M.B.L. LIBRARY - WOODS HOLE, MASS.

ACTA

SOCIETATIS SCIENTIARUM

FENNICÆ.

TOMUS XXVI.

HELSINGFORSIÆ.
Ex officina typographica Societatis litterariæ fennicæ.
MCM.

TABLE

DES

ARTICLES CONTENUS DANS CE TOME.

N:o

1. Beiträge zur Kenntniss der Verhältnisse zwischen Alcalescenz, Acidität und Toxicität einiger Bakterienkulturen, von Taav. Laitinen.
2. Syntaktische Freiheiten bei Hans Sachs an seinen Fabeln und Schwänken und Fastnachtspielen dargestellt von Edwin Hagfors.
3. Untersuchungen über elektrische Schwingungen, von Hj. Tallqvist.
4. Aus dem Gebiete der Kugelfunctionen, von Hj. Tallqvist.
5. Ueber die Elasticität der Metalle, von K. F. Slotte.
6. Beiträge zur Kenntniss der Anatomie von Norneria Gigas R. Can., von Erik Nordenskiöld.
7. Ueber β. β—Dimethylglutarsäure, von Gust. Komppa.
8. Über die Bestrahlung der Magnete, von G. Melander.
9. Beiträge zur Dipteren-Fauna Sibiriens. Nordwest-Sibirische Dipteren, gesammelt vom Prof. John Sahlberg aus Helsingfors im Jahre 1876 und vom Dr. E. Bergroth aus Tammerfors im Jahre 1877. Bearbeitet von Th. Becker in Liegnitz.
10. Lichenes Ceylonenses et Additamentum ad Lichenes Japoniæ. Scripsit W. Nylander. Opus posthumum.

Minnestal öfver Evert Julius Bonsdorff, hållet på Finska Vetenskaps-Societetens års- och högtidsdag den 29 April 1899 af Otto E. A. Hjelt.

45689

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ.
TOM. XXVI. № 1.

BEITRÄGE ZUR KENNTNISS

DER

VERHÄLTNISSE ZWISCHEN ALCALESCHENZ, ACIDITÄT

UND

TOXICITÄT EINIGER BAKTERIENKULTUREN

VON

D:r TAAV. LAITINEN.

(AUS DEM PATHOLOGISCHEN INSTITUT ZU HELSINGFORS.)

Inhalts-Angabe.

Seite.

Einleitung 3

Die Untersuchungsmethoden 7

Versuche mit Bacillus anthracistoxin 14

D:o mit Choleratoxin 19

D:o mit Diphtherietoxin 25

D:o mit Gonococcustoxin 30

D:o mit Proteustoxin 32

D:o mit Staphylococcustoxin 37

D:o mit Streptococcustoxin 40

Ueberblick 46

Vorrede.

Vorliegende Arbeit umfasst die Resultate, zu welchen ich bei meinen Untersuchungen in den Jahren 1897—98 gelangt bin; dieselben wurden im Pathologischen Institut zu Helsingfors ausgeführt, zeitweilig leider durch andere Thätigkeit unterbrochen.

Dem Vorsteher des Institutes, Professor D:r E. A. Homén, welcher mit grosser Bereitwilligkeit die nöthigen Apparate zu meiner Verfügung gestellt und mit regem Interesse der ausführung dieser Arbeit gefolgt hat, bin ich zu grossem Dank verpflichtet.

Helsingfors, im November 1898.

Verfasser.

Einleitung.

Während des letzten Jahrzehntes ist immer grössere und grössere Aufmerksamkeit auf die Stoffwechselprodukte, welche in Bakterienkulturen entstehen, gelenkt worden. Speciell haben die für die aetiologische Therapie wichtigen, toxischen Stoffe, Toxine, das Interesse auf sich gezogen. Man hat sich bemüht so giftige, sterilisirte Kulturen wie möglich zu erhalten, welches jedoch mit sehr grossen Schwierigkeiten verbunden ist. Betrachten wir z. B. die Bereitung des Diphtheriegiftes, womit man sich doch schon ziemlich viel bechäftigt hat und also hoffen dürfte sichere Resultate davon erreicht zu haben, so sehen wir, wie durchaus unsicher jetzt noch die Herstellung desselben ist. Thorwald Madsen [1]) sagt z. B. in seiner Abhandlung: „Man ist hier Zufälligkeiten recht preisgegeben, da man nicht die Faktoren kennt, welche die Entwickelungsweise einer Diphtheriekultur bestimmen". (Seitdem (1896) sind die Verhältnisse nicht viel verändert). Mehrere Momente sollen dabei mitspielen, wie u. a. die Virulenz der Bakterien. Roux und Yersin haben für Verstärkung der Toxinbildung in Diphtheriekulturen die Luftdurchziehungsmethode vorgeschlagen. Ohlmacher [2]) behauptet, dass Zusatz von Organen der am Diphtheriebacillus gestorbenen Thiere zur Bouillon die Giftbildung steigert. Spronck [3]) ist zu dem Resultate gekommen, dass das Fleisch vor der Bouillonbereitung etwas länger stehen soll, um giftigere Kulturen zu bekommen; verwendet man aber Fleisch, welches bereits Spuren der Zersetzung zeigt, so erhält man sehr giftige Kulturen, die nie sauer werden. Nach Spronck und

---

[1]) Experimentelle Undersögelser over Difterigiften. 1896. p. 43.

[2]) Medical News 16. March. 1895. A detailed report of some experiments in the production of the diphteria-antitoxin.

[3]) Annales de l'Institut Pasteur. p. 758. 1895.

VAN TURENHOUT[1]) wird die Giftproduktion eine viel stärkere, wenn man zu der Bouillon 2 % Calciumcarbonat hinzusetzt. HUNT[2]) hat angegeben, dass man, um eine reichliche Toxinbildung zu erzielen, die Bouillon mit Korkpulver oder Korkstückchen, die in Wolle oder Musselin gewickelt sind, versetzen soll, wodurch ein Oberflächenwachsthum der Diphtheriebacillen hervorgerufen wird. In derselben Beziehung hat neulich MARTIN[3]) die „Bouillon d'estomac de porc" und „Macération de viande" vor der Bouillonbereitung vorgeschlagen. Noch eine viel grössere Anzahl immer neuer Methoden starke Gifte zu gewinnen könnte man anführen, doch geht aus oben erwähntem schon deutlich hervor, dass das Erhalten der starken Diphtheriegifte noch heutzutage mehr oder weniger zufällig ist: ein Mal kann man starkes Gift gewinnen, ein anderes Mal unter denselben Verhältnissen ganz untoxische Lösungen. Noch unsicherer ist das Erhalten der anderen Bakteriengifte.

Es giebt jedoch ein Moment, speciell bei der Diphtherietoxinbildung, worin beinahe alle Forscher, welche sich mit diesen Sachen beschäftigt haben, übereinstimmen und welchem die grösste Wichtigkeit zugeschrieben wird. Das ist die Reaktion des Nährmediums. ROUX und YERSIN[4]) schrieben bereits 1889: „Les cultures du bacille de la diphthérie n'ont des propriétés toxiques énergiques que lorsqu'elles sont devenues alcalines. Tant que la réaction est acide, il faut des doses notables de liquide filtré pour produire un effet sur les animaux".

Die deutschen Verfasser BEHRING, ARONSON u. a., welche sehr viel die Eigenschaften des Diphtheriebacillus untersucht haben, äussern sich an mehreren, Stellen ihrer Arbeiten in derselben Richtung wie obengenannte französische Verfasser.

SPRONCK[5]) macht uns darauf aufmerksam, dass die Diphtheriebacillen im Stande sind sich in mehrfacher Weise in Nährbouillon zu entwickeln. Seiner Erfahrung nach soll man dabei drei verschiedene Entwickelungsweisen unterscheiden können.

Typus A. Die Reaktion der Bouillon wird bald mehr und mehr sauer; gleichzeitig wird das Wachsthum sparsamer, die Bacillen fallen zu Boden und die Flüssigkeit wird klarer. In diesem Stadium ist die Kultur unwirksam für

---

[1]) Over de bereiding von diphterigif. Dissert. Utrecht 1895.

[2]) Lancet vol. 1. p. 604. 1895. The so called antitoxic treatement of infective diseases illustated by diphteria.

[3]) Annales de l'Institut Pasteur N:o 1. 1898. Production de la Toxine diphterique.

[4]) Contribution à l'étude de la diphthérie. Annales de l'Institut Pasteur. 1889.

[5]) L. c.

Meerschweinchen. Zum Schluss sterben die Bacillen; so lange sie aber am Leben sind kann die Kultur noch *alcalisch und toxisch* werden.

Typus B. Bouillon wird überhaupt nicht sauer, aber von Tag zu Tag immer mehr alcalisch. Die Kultur wächst reichlich und bildet viel Haut und Bodensatz. Nach Verlauf von 2 à 3 Wochen wird die Kultur mehr klar, nicht aber in so hohem Grade wie nach Typus A. Diese Kulturen sind sehr toxisch.

Typus C. Bouillon wird schnell sauer unter sparsamer Entwickelung und ist klar. Nach einigen Tagen verschwindet die saure Reaktion allmählich und wird von alcalischer Reaktion ersetzt. Jetzt wächst die Kultur reichlich und bildet Haut und Bodensatz. Kulturen dieser Art werden auch toxisch aber nicht so schnell und in so hohem Grade wie bei Typus B.

Nach Spronck sollen also die Kulturen, welche überhaupt toxisch werden, alcalisch sein.

Park und Williams [1]) legen bei der Diphtherietoxinbildung die grösste Wichtigkeit auf die Reaktion der Kultur.

Madsen [2]) behauptet, dass eine Diphtheriekultur im sauren Zustande nicht toxisch in gewöhnlicher Meinung sei. Er sagt: „Das ist eine nothwendige Bedingung für Toxinbildung, dass die Reaction der Bouillon alcalisch bleibt“ [3]) und weiter: „Das Toxin wird destruirt in saurer Flüssigkeit“ [4]).

Spronck [5]) nd van Turenhout [6]) haben daher auch altes Fleisch zur Bouillonbereitung und Calciumcarbonat-Zusatz vorgeschlagen, damit nämlich dadurch die Kultur alcalisch und toxisch und nicht sauer und atoxisch würde.

Dasselbe beabsichtigt Martin [7]) mit seiner „Bouillon d'estomac de porc“ und „Macération de viande“ *vor* der Bouillonbereitung.

Überhaupt deuten die meisten Verfasser neuerer Zeit die Wichtigkeit der Alcalescenz für die Diphtherietoxinbildung an.

Auf Grund des oben angeführten sehen wir, dass die Alcalescenz ein Kardinalmoment für die Toxinbildung in Diphtheriekulturen ist.

Die Bedeutung der Alcalescenz für Toxinbildung in anderen Bakterienkulturen ist bis jetzt sehr wenig beobachtet und untersucht worden. Wir

[1]) The Journal of Experimental medicine. 1896. p. 1.
[2]) Experimentelle Undersögelser over Difterigiften. 1896. p. 31.
[3]) Ibidem. p. 34.
[4]) d:o d:o
[5]) L. c.
[6]) L. c.
[7]) L. c.

haben keine deutliche Arbeiten in dieser Beziehung in der uns zugänglichen Litteratur gefunden.

Da nun einmal der Alcalescenzgrad so wichtig für die Toxinbildung ist, so wäre es natürlich von grösstem Interesse zu wissen, was es für ein Verhältnis giebt zwischen dem Alcalescenz-resp. Aciditätsgrad und der Toxicität einer Bakterienkultur. Sollte wirklich ein solches Verhältnis existiren und würde man es entdecken, so wäre es sehr leicht mit diesem Index die am meisten toxischen Kulturen von den weniger toxischen zu unterscheiden.

Da auch die geringsten Beiträge zur Erklärung der obengenannten Frage sowie der Toxinbildung überhaupt sehr wünschenswerth sind, hat Verfasser mit einigen Bakterien (Cholerabacillus, Diphtheriebacillus, Gonococcus, Milzbrandbacillus, Proteus, Staphylococcus und Streptococcus) Versuche in dieser Beziehung angestellt, und werden die Resultate davon hiermit veröffentlicht.

Die Untersuchungsmethoden.

I. Die Anlegung der Kulturen.

Will man die Alcalescenz- und Toxicitätsveränderungen in einer Bakterienkultur undersuchen, so ist es selbstverständlich, dass man die Versuchsproben aus einer und derselben Kultur nehmen muss, denn sowohl Alcalescenz als Toxicität wechseln ausserordentlich in verschiedenen Kulturen, welche unter ganz denselben Verhältnissen angelegt worden sind. Mehrere Verfasser (z. B. Madsen)[1]) haben schon früher darauf aufmerksam gemacht.

So zeigen auch folgende Titrirungsserien, wie die Reaktion nach kürzeren und längeren Zeiträumen in verschiedenen Kulturen wechselt.

Den $^{9}{}_{IX}97$ werden 19 Erlenmeyer'sche Kölbchen, deren jedes 50 cm^3 Bouillon von derselben Herstammung enthält, aus einer 24 Stunden alten Cholerabacillenzüchtung geimpft und diese Kulturen wachsen danach im Thermostat zwischen 35—37° C. Die initiale Alcalescenz der Bouillon war 10 cm^3 Normalnatronlauge auf 1000 = + 10. Das Titriren zeigt folgende Werthe:

[1]) L. c.

BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE LIBRARY

Tab. I.

N:o des Kölbchens.	Alter der Kultur in Tagen.	Titre der Kultur.	N:o des Kölbchens.	Alter der Kultur in Tagen.	Titre der Kultur.
0	0	+ 10 [1])	10	20	+ 45
1	1	+ 8,5	11	23	+ 42
2	2	+ 4,5	12	27	+ 42
3	3	+ 9,5	13	31	+ 20
4	4	+ 17	14	35	+ 50
5	6	+ 23	15	41	+ 47
6	8	+ 47	16	47	+ 54
7	10	+ 40	17	54	+ 52
8	13	+ 62	18	61	+ 52
9	17	+ 58	19	68	+ 58

Wie man aus der Tab. I ersieht, muss die Alcalescenz in verschiedenen Kölbchen variiren, z. B. Kölbchen N:o 13, dessen Titre + 20, während der Titre der Kölbchen N:o 12 und 14 resp. + 42 und + 50 ist. Tab. I zeigt sonst im grossen Ganzen den Verlauf der Alcalibildung in einer Cholerakultur in den ersten Zeiten. — Die Kultur lebte noch in dem letzten Kölbchen.

Den $^{9}/_{IX}97$ wurden in ganz derselben Weise 19 Kölbchen à 50 cm^3 mit Diphtheriebacillus geimpft und in den Brütschrank gelegt. Die initiale Alcalescenz der Bouillon war + 10 = 10 cm^3 Normalnatronlauge auf 1000 Bouillon. Die Resultate des Titrirens sieht man in Tab. II.

Tab. II.

N:o des Kölbchens.	Alter der Kultur in Tagen.	Titre der Kultur.	N:o des Kölbchens.	Alter der Kultur in Tagen.	Titre der Kultur.
0	0	+ 10	10	20	+ 35
1	1	+ 5,5	11	23	+ 26
2	2	+ 4	12	27	+ 27
3	3	+ 2	13	31	+ 38
4	4	+ 5	14	35	+ 34
5	6	+ 9	15	41	+ 56
6	8	+ 22	16	47	+ 57
7	10	+ 22	17	54	+ 45
8	13	+ 24	18	61	+ 49
9	17	+ 32	19	68	+ 53

[1]) + 10 = bedeutet 10 cm^3 Normalnatronlauge auf 1000.

Tab. II zeigt, dass die Alcalescenzgrade in den Kölbchen verschieden sein müssen; sonst wäre es z. B. schwer die Titres der Kölbchen N:o 11 und 12 zu verstehen. Tab. II zeigt den Verlauf der Säure- und Alcalibildung, welche oft in Diphtheriekulturen vorkommt. — Diphtheriebacillus lebte noch in dem letzten Kölbchen.

Die Verdunstung muss man natürlich mit in die Rechnung nehmen, denn die zwei letzten Kölbchen in den beiden Versuchsserien enthalten z. B. bloss resp. 20 und 19 cm³ Kultur. Hätte nun die Bouillon fixes Alcali enthalten und hätten die Kölbchen ganz steril im Thermostat gestanden, so wäre der Alcalescenzgrad durch Verdunstung relativ viel höher geworden, aber doch lange nicht so hochgradig wie jetzt.

Den $^{9}/_{IX}97$ werden ferner 19 Kölbchen à 50 cm³ Bouillon-Ascitesmischung ($^{2}/_{3}$ Bouillon + $^{1}/_{3}$ Ascites) mit Gonococcus geimpft. Die Kulturen wachsen danach im Thermostat bei 35—37° C. Titre der Mischung war + 9. Tab III zeigt die Titrirungsresultate.

Tab. III.

N:o des Kölbchens.	Alter der Kultur in Tagen.	Titre der Kultur.	N:o des Kölbchens.	Alter der Kultur in Tagen.	Titre der Kultur.
0	0	+ 9	10	20	+ 22
1	1	— 1 — 0 [1])	11	23	+ 20
2	2	+ 5	12	27	+ 18
3	3	+ 8,5	13	31	+ 21
4	4	+ 13	14	35	+ 17,5
5	6	+ 8	15	41	+ 26
6	8	+ 15	16	47	+ 39
7	10	+ 13	17	54	+ 40
8	13	+ 16	18	61	+ 25
9	17	+ 14,5	19	68	+ 29

Tab. III berechtigt uns auch anzunehmen, dass die Alcali-resp. Säurebildung in den einzelnen Kölbchen recht verschieden gewesen ist. — Die Kultur lebte nicht mehr in dem letzten Kölbchen; im Kölbchen N:o 18 gab es noch einige lebende Keime.

[1]) — 1 — 0 bedeutet = 1 oder 0 cm³ Normalschwefelsäure auf 1000.

Weiter unten werden wir noch mehrere Serien sehen, in welchen alle Kulturen gleichzeitig titrirt worden sind und die Verschiedenheiten dadurch viel deutlicher hervortreten.

Wie aus oben angeführtem hervorgeht, ist es für diese Arbeit nothwendig gewesen, dass die Proben für Titrirung und Thierversuche aus einer und derselben Kultur genommen worden sind. Es ist jedoch nicht leicht, mehrere Mal Proben aus einer Bouillonzüchtung zu nehmen ohne dieselbe zu inficiren. Deshalb haben wir nicht gewöhnliche Kulturkolben, welche auch die Verdunstung sehr erleichtern, gebraucht, sondern sind die Kulturen in grösseren (1—$1^1/_2$ Liter) Retorten mit langem, schmalen Halse und einem Tubulus der von einem gläsernen Pfropfe verschlossen wird, angelegt worden. Der Hals ist immer mit Watte geschlossen gewesen, und die Proben hat man durch den Tubulus, welcher sich sehr leicht (durch Brennen, Alkohol, Aether etc.) sterilisiren lässt, herausgeholt. Dadurch ist es mir beinahe immer gelungen, mehrere Mal Proben aus einer und derselben Kultur zu nehmen, ohne dieselbe zu inficiren. Die Kulturen sind in den Retorten sehr reichlich gewachsen, — also scheint ihr Wachsthum durch dieselben nicht gelitten zu haben. Jede Retorte enthält 800 cm^3 Nährbouillon.

Nach sorgfältiger Sterilisirung der Nährflüssigkeit in den Retorten, hat man dieselbe vermittelst einer Oese aus einer 24 Stunden alten Bouillonkultur des resp. Bacillus inficirt. Die Kulturen sind danach im Thermostat bei 35—37° C. die ganze Zeit gewachsen, nnd nur bei Abnehmen der Proben aus dem Thermostat herausgenommen worden. Das Nährmedium ist immer gewöhnliche Bouillon gewesen: 500 : 1000, 1 % Pepton, 0,5 % Kochsalz.

II. Bestimmung der Reaktion.

Die quantitative Bestimmung des Alcalescenz-resp. Säuregrades ist durch Titrirung mit $^1/_{10}$ Normalschwefelsäure und $^1/_{10}$ Normalnatronlauge vorgenommen worden. Als Indikator wurde Rosolsäure in heisser, wässeriger Lösung, die unmittelbar vor jeder Titrirung von Neuem bereitet wurde, gebraucht. Mehrere Mal habe ich aber auch andere Indikatoren, Phenolphtaleïn und Lackmustinctur, versucht. Der beste von den genannten Indikatoren ist die Rosolsäure; Phenolphtaleïn giebt keine genauen Resultate, und auch Lackmustinctur kann der Rosolsäure nicht gleichgestellt werden.

Doch sind mit dem Besitze eines ziemlich empfindlichen Indikators die sich bietenden Schwierigkeiten keineswegs überwunden. Die Titrirung der

Bakterienkulturen stellt vielmehr recht grosse Ansprüche auf den Arbeitenden, der eine recht grosse Übung besitzen muss, falls gewonnene Resultate als exakt gelten sollen. Anfangs, solange die Kulturen noch relativ durchsichtig und klar sind, sieht man die Farbenveränderungen einigermaassen scharf; später aber, wenn die Kulturen an Klarheit einbüssen, mehren sich die Schwierigkeiten.

Bei jeder Titrirung hat man aus der resp. Kulturretorte 70 cm^3 Kultur genommen, davon zwei Mal 10 cm^3 titrirt und den Rest nach Filtrirung zu Thierversuchen verbraucht.

Bei der Titrirung selbst habe ich zu jeder Probe 10 cm^3 Kultur genommen, dazu c. 8 cm^3 kochende Indikatorlösung hinzugesetzt und sofort titrirt, solange die Lösung noch heiss war. War die Kultur alcalisch, so wurde unmittelbar nach Zusatz der heissen Indikatorlösung so viel $\frac{N}{10}$ Schwefelsäure hinzugefügt, dass die Lösung eine deutlich gelbe Farbe annahm, und somit sauer geworden war. Darauf wurde vorsichtig mit $\frac{N}{10}$ Natronlauge zurücktitrirt bis die neutrale Farbe zum Vorschein kam; diese liegt zwischen roth und gelb und ist übrigens schwer zu charakterisiren. Fiel es schwer den Eintritt dieser Farbennuance zu präcisiren, so wurde so lange zurücktitrirt, bis die Lösung eine schwach röthliche Farbe angenommen hatte. War dagegen die Kultur sauer, so wurde die Lösung selbstverständlich zuerst mit $\frac{N}{10}$ Natronlauge neutralisirt und schwach alcalisch gemacht, darauf mit $\frac{N}{10}$ Schwefelsäure zurücktitrirt. Wir dürfen jedoch nicht vergessen, dass der Übergang in die rothe Farbe viel schärfer und leichter zu präcisiren ist, als derjenige in die gelbe. Bei jedem Versuche hat man zwei Proben titrirt und den Mittelwerth von diesen beiden Resultaten als das Richtige betrachtet.

Bei Bereitung der Nährbouillon ist die initiale Reaktion der Bouillon so genau wie möglich auf + 10 = 10 cm^3 Normalnatronlauge pro mille präcisirt worden.

III. Sterilisirung der Kulturen.

Die Toxicitätsbestimmungen sind immer mit sterilisirten Kulturen vorgenommen worden, und zwar ohne dieselben zu concentriren. Die Sterilisation ist mit dem Filter nach Kitasato geschehen. Die filtrirten Quantitäten bei jeder Probe waren verhältnismässig klein, darum ist die genannte Filteranordnung sehr zweckmässig gewesen.

Für die Filtration benutzte man ein Messingsrohr, welches mit der Saugpumpe in Verbindung stand; an diesem Rohr konnten zehn Filter auf einmal angebracht werden.

Nach Filtration wurde die Sterilität der Flüssigkeit in der Weise kontrollirt, dass man einige cm^3 davon in ein Bouillonrohr überführte, und dieses dann 48 Stunden im Thermostate stehen liess. Konnte nach dieser Zeit kein Wachsthum konstatirt werden, so betrachtete man die Flüssigket als steril. Zeigte sich die Flüssigkeit aber nicht steril, welches sehr selten vorkam, so wurde sie nochmals filtrirt und probirt.

IV. Thierversuche.

Die Giftigkeit der sterilisirten Kulturen ist natürlich durch Thierversuche erprobt worden. Zur Bestimmung der Giftigkeit der Cholera-, Diphtherie- und Milzbrandkulturenfiltrate haben wir Meerschweinchen gebraucht, und zur Bestimmung der Gonococcus-, Proteus-, Staphylococcus- und Streptococcuskulturen sind Kaninchen angewandt worden. Alle Einspritzungen sind subcutan einige cm seitwärts vom Rückgrat geschehen. Bei Thierversuchen haben wir sehr grosse Dosen eingespritzt, damit auch die weniger toxischen Filtrate eine Wirkung hervorbringen sollten.

Bei jedem Versuche hat man drei Versuchsthiere mit grösseren und kleineren Dosen eingespritzt, um genauere Kenntnis von der Toxicität zu erhalten, weil die Disposition der verschiedenen Individuen von derselben Thierspecies sehr verschieden ist.

Wir müssen hier hervorheben, dass wir nicht im Stande gewesen sind zu jedem Versuche gleichgrosse Versuchsthiere anzuwenden.

Für die ganze Arbeit haben wir bedeutend über 200 Versuchsthiere verbraucht.

Die normale Temperatur ist bei Kaninchen circa 38,5—39,5 ° C. und bei Meerschweinchen circa 38—38,5 ° C. gewesen.

V. Die angewandten Bakterien.

Bacillus anthracis war 1897 aus einer an Milzbrand gestorbenen Leiche reinkultivirt worden.

Vibrio cholerae asiaticae stammte aus einem Cholerafalle in Wiborg 1895, hatte also über 2 Jahre in künstlichen Nährmedien gelebt.

Bacillus diphtheriae war neulich aus dem Larynx eines an Diphtheritis leidenden Kindes reinkultivirt worden.

Den Gonococcus hatte D:r Wallgren aus einem Gonorrhoefalle reingezüchtet, und hatte der Coccus schon eine längere Zeit (über ein Jahr) in künstlichen Nährmedien gelebt.

Proteusbacillus hatte ich einige Monate vorher aus einer an Proteusinfektion [1]) gestorbenen Leiche reinkultivirt.

Streptococcus war von Prof. Homén [2]) 1895 aus einer Tendovaginitis reingezüchtet worden und war derselbe durch Impfung von Thier zu Thier ziemlich virulent geworden.

Staphylococcus pyogenes aureus wurde neulich aus einem Abscessus reinkultivirt.

[1]) Publizirt im Centralblatt für Allgemeine Pathologie und Pathologische Anatomie. Band IX. 1898.

[2]) Société de Biologie, Paris; Séance 23/V 96.

Versuche mit Bacillus anthracis-toxin.

Die untenstehende Tabelle, wo folgende Momente berücksichtigt werden: Alter der Kultur in Tagen, Titre der Kultur, Einspritzungsdosis, N:o des Thieres, Gewicht desselben und Resultat der Einspritzung, — zeigt den Gang der Versuche mit Anthrax-toxin.

Tab. IV.

Alter der Kultur in Tagen.	Titre der Kultur.	Dosis in cm³.	N:o des Thieres.	Gewicht des Thieres in Gr.	Ausgang.
0	+ 10	0	0	0	0
5	— 4	20	65	720	lebt. Gew. Abn. während der ersten (1—10) Tage bis 650 gr., höchste Temp. 39,6 ° C. Wenig Infiltration.
„	„	15	66	540	lebt. Gew. Abn. bis 490; h. Temp. 39,4 ° C. Keine Lokalreakt.
„	„	5	67	670	lebt. Gew. Abn. bis 610; h. Temp. 39,5 ° C. Wenig Infiltration.
11	+ 5 (Nach Filtration + 3).	20	68	480	† nach 7 Tagen. Gew. Abn. bis 380; h. Temp. 40,6 ° C. Etwas Oedem an der Injektionsstelle.
„	„	15	69	470	lebt. Gew. Abn. bis 410; h. Temp. 39,5 ° C. Wenig Oedem.
„	„	5	70	390	† nach 30 Tagen. Gew. Abn. bis 340; h. Temp. 38,7 ° C. Oedem.
17	+ 6	20	77	810	† nach 2 Tagen. Gew. Abn. bis 790; h. Temp. 39 ° C. Oedem an der Injektionsstelle.
„	„	15	78	590	† nach 3 Tagen. Gew. Abn. bis 580; h. Temp. 38,9 ° C. Oedem.
„	„	5	79	480	† nach 2 Tagen. Gew. Abn. bis 420; h. Temp. 39,6 ° C. Oedem an der Injektionsstelle.
25	— 6	20	101	520	† nach 4 Tagen. Gew. Abn. bis 380; h. Temp. 40,2 ° C. Oedem.
„	„	15	102	450	† nach 6 Stunden. Etwas Oedem.

Alter der Kultur in Tagen.	Titre der Kultur.	Dosis in cm³.	N:o des Thieres.	Gewicht des Thieres in Gr.	Ausgang.
„	„	5	103	430	lebt. Gew. Abn. bis 360; h. Temp. 38,9 ° C. Keine Lokalreaktion.
34	+ 8,5	20	104	480	† nach 50 Tagen. Gew. Abn. bis 420; h. Temp. 39,5 ° C. Wenig Oedem.
„	„	15	105	460	lebt. Gew. Abn. bis 410; h. Temp. 38,9 ° C. Keine Lokalreaktion.
„	„	5	106	450	† nach 49 Tagen. Gew. Abn. bis 400; h. Temp. 39,7 ° C. Keine Lokalreaktion.
44	+ 14 (2 Mal Filtr.)	20	117	680	† nach 33 Tagen. Gew. Abn. bis 620; h. Temp. 38,9 ° C. Sehr wenig Oedem.
„	„	15	118	610	lebt. Gew. Abn. bis 540; h. Temp. 39,3 ° C. Oedem.
„	„	5	119	380	† nach 7 Tagen. Gew. Abn. bis 380; h. Temp. 39,5 ° C. Etwas Oedem.
60	+ 39	20	120	780	lebt. Gew. Abn. bis 680; h. Temp. 39,6 ° C. Wenig Oedem.
„	„	15	121	600	† nach 1 Tage. Gew. Abn. bis 590; h. Temp. 39,6 ° C. Etwas Oedem.
„	„	5	122	390	lebt. Gew. in stetem Zunehmen; h. Temp. 39,5 ° C. Sehr wenig Oedem.
85	+ 36,5	20	127	780	lebt. Gew. Abn. bis 700; h. Temp. 39,6 ° C. Sehr wenig Oedem.
„	„	15	128	480	lebt. Gew. Abn. bis 420; h. Temp. 39,5 ° C. Sehr wenig Oedem.
„	„	5	129	470	lebt. Gew. Abn. bis 450; h. Temp. 39,1 ° C. Sehr wenig Oedem.
130 (Kultur lebend.)	+ 35	20	147	500	† nach 5 Tagen. Gew. Abn. bis 460; h. Temp. 39,5 ° C. Oedem. In Kulturen wächst Milzbrandbacillus.
„	„	15	148	520	lebt. Gew. Abn. bis 500; h. Temp. 39,4 ° C. Wenig Oedem.
„	„	5	149	530	lebt. Gew. Abn. bis 480; h. Temp. 40 ° C. Sehr wenig Oedem.

Eine andere Versuchsserie mit Anthrax-Toxin.

Den $^{12}/_{II}98$ werden 10 Kölbchen à 50 cm³ Bouillon mit obengenanntem Milzbrandbacillus geimpft. Die initiale Alcalescenz der Bouillon ist + 10. Nach 32-tägigem Wachsthum im Thermostat zeigen die Kulturen folgende Titres:

Tab. V.

Kölbchen	N:o 1	+ 24
„	„ 2	+ 22
„	„ 3	+ 29
„	„ 4	+ 30
„	„ 5	+ 21
„	„ 6	+ 23
„	„ 7	+ 32
„	„ 8	+ 27
„	„ 9	+ 42
„	„ 10	+ 31

Die am wenigsten (N:ris 2, 5, 6) und am meisten (N:ris 7, 9, 10) alcalischen Kölbchen wurden werschieden filtrirt und geprüft. Das Filtrat von ersteren nennen wir Filtrat (—), von letzteren Filtrat (+).

Thierversuche mit Filtrat (+).

Meerschweinchen N:o 86. Gew. 690 Gr. Temp. 38 ° C., bekommt subcutan 20 cm³. — Gew. Abn. bis 640 Gr., höchste Temper. 39,1 ° C. Wenig Oedem an der Injektionsstelle. Lebt.

Meerschweinchen N:o 87. Gew. 610 Gr. Temp. 38,2 ° C., bekommt subcutan 15 cm³. — Gew. Abn. bis. 500 Gr., h. Temp. 39,5 ° C. Grosses Oedem an der Injektionsstelle. Lebt.

Meerschweinchen N:o 88. Gew. 490 Gr., Temp. 38,1 ° C., bek. subcutan 5 cm³. — Gew. bleibt beinahe unverändert, h. Temp. 39 ° C. Keine Lokalreaktion. Lebt.

Thierversuche mit Filtrat (—).

Meerschweinchen N:o 89. Gew. 640 Gr., Temp. 38 ° C., bek. subcutan 20 cm³. — Gew. Abn. bis 570 Gr., h. Temp. 39 ° C. Wenig Oedem. Lebt.

Meerschweinchen N:o 90. Gew. 580 Gr., Temp. 38,1 ° C., bek. subcutan 15 cm³. — Gew. Abn. bis 430, h. Tmp. 39,3 ° C. Sehr wenig Oedem. Lebt.

Meerschweinchen N:o 91. Gew. 590 Gr., Temp. 38 ° C., bek. subcutan 5 cm³. — Gew. Abn. bis 530, h. Temp. 39,2 ° C. Keine Lokalreaktion. Lebt.

Besprechung.

Betrachten wir die erste und zweite Kolumne in der Tabelle IV, so sehen wir, dass binnen den ersten fünf Tagen eine Säurebildung in der Kultur eingetreten ist. Der Milzbrandbacillus hat so viel Säure producirt, dass diese die Bouillon nicht nur neutralisirt, sondern ihr auch eine ziemlich sauere Reaktion verleicht. In den nächsten 5 Tagen aber hat eine Alcalibildung begonnen, welche während der nachfolgenden Titrirungsperiode etwas zunimmt. Die Titrirung nach 25 Tagen vom Anfang an gerechnet, zeigt das eigenthümliche Verhältniss, dass die Kultur wieder ganz sauer geworden ist. Danach bildet die Züchtung immer mehr und mehr Alcali, bis sie eine Kulmination erreicht (Titrirung nach 60 Tagen), und dann wieder sehr allmählich etwas weniger alcalisch zu werden scheint, vielleicht durch Abdunstung des sich möglicherweise bildenden flüchtigen Alcali. Die Kultur war immer lebend.

Wie verhält sich nun die Säure-resp. Alcalibildung zu der Toxicität der Kultur?

Nach den ersten 5 Tagen, in welcher Zeit die Säurebildung eintrat, ist die Kultur nicht viel toxisch, wie die Thierversuche zeigen: das Gewicht nimmt wohl etwas ab, doch steigt die Temp. sehr wenig, die Lokalreaktion ist auch klein und bei einem Versuchsthiere garnicht vorhanden.

Nach 11 Tagen, wann die Kultur wieder alcalisch geworden ist, zeigt sie sich schon so toxisch, dass von drei Meerschweinchen zwei nach Einspritzung von 20 und 5 cm³ Filtrat starben, durch 5 cm³ jedoch erst nach 30 Tagen.

Nach 17 Tagen war die Kultur ganz toxisch, so dass alle drei Versuchsthiere in 2 à 3 Tagen ihr unterlagen. Der Alcalescenzgrad war nur wenig höher als bei der letzten Titrirung.

Nach 25 Tagen war die Kultur ziemlich sauer aber toxisch, in so hohem Grade, dass zwei Versuchsthiere nach Einspritzung von 20 resp. 15 cm³ ziemlich früh starben.

Nach 34 Tagen war die Kultur wieder alcalisch, aber weniger toxisch als nach 25 Tagen. Zwei Versuchsthiere starben wohl, aber erst nach 49 und 50 Tagen und ein Meerschweinchen verblieb gesund nach Einspritzung von 15 cm^3 Filtrat.

Nach 44 Tagen hat der Alcaligehalt bedeutend zugenommen; die Toxicität scheint etwas stärker zu sein als nach 34 Tagen, so dass zwei Versuchsthiere nach 33 resp. 7 Tagen sterben.

Nach 60 Tagen ist die Alcalescenz am höchsten, aber nicht so die Toxicität. Ein Meerschweinchen starb infolge subcutaner Einspritzung von 15 cm^3 Filtrat nach 1 Tage, die beiden anderen reagirten mit 20 resp. 5 cm^3 verhältnismässig wenig. Dieser Versuch zeigt auch, wie ungleich die Disposition bei verschiedenen Individuen derselben Thierspecies ist.

Nach 85 Tagen ist die Kultur unbedeutend weniger alcalisch als nach 60 Tagen und sehr schwach toxisch.

Nach 130 Tagen ist der Alcaligehalt noch niedriger und die Toxicität ebenso schwach. Ein Meerschweinchen stirbt wohl, doch wächst in Kulturen aus demselben Milzbrandbacillus, also müssen im Filtrate einige lebende Keine gewesen sein. Die beiden anderen Versuchsthiere reagiren sehr wenig.

Die Toxicität war am stärksten nach 17 Tagen, wo die Alcalescenz ziemlich schwach war; die Alcalescenz war am stärksten nach 60 Tagen und noch später, die Toxicität zur selben Zeit schwächer als früher.

Betrachten wir die Tabelle V, so springt es uns in die Augen, wie hoch die Alcalescenzgrade der Milzbrandkulturen, und wie ungleich der Alcaligehalt der verschiedenen Kulturen ist, obwohl sie desselben Alters sind; vergleichen wir z. B. Kölbchen N:o 5 und N:o 9.

Die Giftigkeit der am wenigsten und am meisten alcalischen Kulturen ist wie die Thierversuche zeigen, ungefähr dieselbe und sehr schwach. Hier finden wir dasselbe Verhältniss wie in der ersten Versuchsserie, nämlich, dass die Milzbrandkultur in stark alcalischem Zustande schwach toxisch ist.

Versuche mit Choleratoxin.

Tabelle VI, wo Alter und Titre der Kultur, Einspritzungsdosis, N:o des Thieres, Gewicht desselben und Resultat der Einspritzung berücksichtigt sind, zeigt Versuche mit Choleratoxin.

Tab. VI.

Alter der Kultur in Tagen.	Titre der Kultur.	Dosis in cm^3.	N:o des Thieres.	Gewicht des Thieres in Gr.	Ausgang.
0	+ 10	0	0	0	0
5	+ 15	20	62	750	lebt. Gewichts Abnahme bis 710 Gr.; höchste Temp. 38,7° C. Etwas Infiltration an der Injektionsstelle.
„	„	10	63	540	† nach 30 Tagen. Gew. Abn. bis 450 Gr.; h. Temp. 39° C. Wenig Infiltration.
„	„	5	64	630	lebt. Immer gesund.
10	+ 23	20	71	580	lebt. Gew. Abn. bis 530; h. Temp. 39° C. Sehr wenig Infiltration.
„	„	10	72	540	lebt. Gew. unverändert; h. Temp. 38,9° C. Wenig Infiltration.
„	„	5	73	540	lebt. Immer gesund.
16	+ 34	20	74	590	† nach 55 Tagen. Gew. Abn. bis 530; h. Temp. 39,1° C. Keine Lokalreaktion.
„	„	10	75	420	lebt. Gew. Abn. bis 380; h. Temp. 39° C. Keine Lokalreaktion.
„	„	5	76	600	† nach 19 Tagen. Gew. Abn. bis 490; h. Temp. 39° C. Keine Lokalr.
24	+ 49	20	98	590	lebt. Gew. Abn. bis 500; h. Temp. 39,3° C. Keine Lokalr.
„	„	10	99	440	lebt. Gew. Abn. bis 380; h. Temp. 39,2° C. Keine Lokalr.
„	„	5	100	350	lebt. Gew. Abn. bis 310; h. Temp. 38,8° C. Keine Lokalr.

N:o 1.

Alter der Kultur in Tagen.	Titre der Kultur.	Dosis in cm^3.	N:o des Thieres.	Gewicht des Thieres in Gr.	Ausgang.
34	+ 51	20	108	400	† nach 6 Stunden. Temperatur in stetem Abnehmen (38 ° C., 35,6 ° C., 35,1 ° C., 35,1 ° C.)
„	„	10	109	410	lebt. Temp. nimmt ab während der ersten Stunden bis 35,3 ° C. und das Thier ist sehr krank; erholt sich aber bald. Gew. Abn. bis 320; h. Temp. 39,5 ° C. Keine Lokalr.
„	„	5	110	420	lebt. Gew. Abn. bis 330; h. Temp. 39,9 ° C. Krank im Beginn.
44	+ 92	20	111	640	lebt. Gew. Abn. bis 520; h. Temp. 39,5 ° C. Sehr wenig Infiltration.
„	„	10	112	600	† nach 1 Tage. Temp. Abn. bis 36 ° C. Gew. nimmt zu bis 610. Wenig hämorrhagische Infiltration an der Injektionsstelle.
„	„	5	113	630	lebt. Gew. Abn. bis 570; h. Temp. 39,5 ° C. Sehr wenig Infiltr.
60	+ 102 Kultur gestorben.	20	114	620	† nach 1 Tage. Temp. sinkt (38 ° C., 36,5 ° C., 36,4 ° C., 30 ° C.) allmählich. Gew. Abn. bis 600 Gr. Etwas Hämorrhagien an der Injektionsstelle.
„	„	10	115	460	† nach 10 Tagen. Gew. Abn. bis 320 Gr. Temp. sinkt erst bis 36,7 ° C.; h. Temp. 39,9 ° C. Wenig Hämorrhagien an der Injektionsstelle.
„	„	5	116	480	lebt. Gew. Abn. bis 350; h. Temp. 39,7 ° C. Sehr wenig Infiltration.
85	+ 90	20	130	630	† nach 2 Tagen. Temp. sinkt fortwährend (38 ° C., 37,5 ° C., 36,2 ° C., 36,2 ° C., 34 ° C.) Gew. Abn. bis 560 Gr. Unbedeutende Infiltration.

Alter der Kultur in Tagen.	Titre der Kultur.	Dosis in cm³.	N:o des Thieres.	Gewicht des Thieres in Gr.	Ausgang.
„	„	10	131	470	lebt. Temp. sinkt während des ersten Tages bis 36,7 ° C. Gew. Abn. bis 380; h. Temp. 39,6 ° C. Wenig Infiltration.
„	„	5	132	460	† nach 7 Tagen. Gew. Abn. bis 410; h. Temp. 39 ° C. Während der letzten Tage war Temp. sehr niedrig (36 – 35,1 ° C.) Wenig Infiltration.
130	+ 78 (Nach Filtrirung + 68.)	20	144	560	lebt. Gew. Abn. bis 450; h. Temp. 39,4 ° C. Sehr wenig Infiltration.
„	„	10	145	480	lebt. Gew. Abn. bis 400; h. Temp. 40,3 ° C. Minimale Infiltr.
„	„	5	146	530	lebt. Gew. steigt bis 650: h. Temp. 39,1 ° C.

Den $^{13}/_{11}98$ wurden 10 Kölbchen à 50 cm³ mit Cholerabacillus geimpft. Die initiale Reaktion der Bouillon war + 10 = 10 cm³ Normalnatronlauge auf 1000. — Nach 31 tägigem Wachsthum im Thermostat zeigt der Titre folgende Werthe in den verschiedenen Flaschen:

Tab. VII.

Kölbchen	N:o	1 . . .	+ 22
„	„	2 . . .	+ 28
„	„	3 . . .	+ 18
„	„	4 . . .	+ 27
„	„	5 . . .	+ 32
„	„	6 . . .	+ 20
„	„	7 . .	+ 23
„	„	8 . . .	+ 22
„	„	9 . . .	+ 27
„	„	10 . . .	+ 34

N:o 1.

Die am wenigsten (N:o 1, 3, 6) und am meisten (N:o 2, 5, 10) alcalischen von diesen Kulturen wurden verschieden filtrirt und geprüft. Das Filtrat der weniger alcalischen Kulturen nennen wir Filtrat (–), dasjenige der mehr alcalischen Filtrat (+).

Folgende Thierversuche sind mit diesen beiden Filtraten gemacht worden:

Versuche mit Filtrat (+).

Meerschweinchen N:o 92. Gew. 540 Gr., Temp. 38 ° C., bekommt subcutan 30 cm³. — Gew. nimmt zuerst ab bis 420 Gr. höchste Temp. 39 ° C. Keine Lokalreaktion. — Gesund. — Wird nach 86 Tagen (†) todt gefunden.

Meerschweinchen N:o 93. Gew. 660 Gr., Temp. 38,1 ° C., bek. subcutan 15 cm³. — Gew. nimmt ab bis 560 Gr., h. Temp. 39,7 ° C. † nach 31 Tagen. Keine Lokalreaktion.

Meerschweinchen N:o 94. Gew. 530 Gr., Temp. 38,2 ° C., bek. subcutan 5 cm³. — Gew. Abn. bis 450 Gr., h. Temp. 39,6 ° C. † nach 30 Tagen. Etwas Hämorrhagien an der Injektionsstelle.

Versuche mit Filtrat (–).

Meerschweinchen N:o 95. Gew. 550 Gr., Temp. 38,1 ° C., bek. subcutan 30 cm³. — Gew. nimmt erst ab bis 430 G., h. Temp. 39,7 ° C. Keine Lokalreaktion; lebt.

Meerschweinchen N:o 96. Gew. 590 Gr., Temp. 38 ° C,, bek. subcutan 15 cm³. — Gew. Abn. bis 500 Gr., h. Temp. 39,8 ° C. † nach 38 Tagen. Keine Lokalreaktion.

Meerschweinchen N:o 97. Gew. 430 Gr., Temp. 38 ° C., bek. subcutan 5 cm³. — Gew. Abn. bis 360 Gr., h. Temp. 39,9 ° C. Keine Lokalreaktion; lebt.

Besprechung.

Betrachten wir die zwei ersten Kolumnen der Tabelle VI, so sehen wir, dass die Kultur im Beginn immer mehr alcalisch geworden ist bis sie nach

etwa 60 Tagen den höchsten Punkt erreicht hat; danach wird die Alcalescenz immer niedriger. Nach 60 Tagen war die Kultur auch gestorben. Der höchste Alcalescenzgrad war sehr hoch: + 102 = 102 cm^3 Normalnatronlauge auf 1000.

Existirt hier ein Verhältniss zwischen Alcalescenz und Toxicität?

Nach 3 Tagen war die Kultur nicht viel toxisch; ein Versuchsthier starb wohl, aber erst nach 30 Tagen.

Nach 10 Tagen war die Kultur ebenso untoxisch; die Versuchsthiere reagiren beinahe garnicht.

Nach 16 tägigem Wachsthum war sie etwas toxisch, so dass zwei Versuchsthiere starben, jedoch erst nach 55 resp. 19 Tagen.

Bei Versuchen mit 24 Tage altem Kulturfiltrate reagirten die Versuchsthiere ebenfalls im Ganzen wenig.

Nach 34 Tagen war die Kultur so toxisch, dass die mit 20 und 10 cm^3 eingespritzen Meerschweinchen wirklich mit Cholerasymptomen, Temperaturabfall, Diarrhoe und Krämpfen reagirten; auch starb das mit 20 cm^3 eingespritzte Thier.

Die mit dem 44 Tage alten Kulturfiltrate eingespritzten Thiere reagirten auch einigermaassen, (sie waren etwas grösser, als die im letzten Versuche angewandten Thiere,) und eines von ihnen starb unter Cholerasymptomen.

Nach 60 Tagen war die Kultur, wie wir schon oben bemerkten, am meisten alcalisch und scheint auch ziemlich toxisch gewesen zu sein. Alle drei Versuchsthiere reagirten ordentlich und zwei von ihnen starben.

Nach 85 Tagen war die Kultur bereits etwas weniger alcalisch als bei der letzten Titrirung, aber ungefähr ebenso toxisch. Alle Versuchsthiere reagirten mit Cholerasymptomen und zwei von ihnen starben.

Nach 130 Tagen hatte nicht nur die Alcalescenz, sondern auch die Toxicität bedeutend abgenommen, so dass von den mit diesem Filtrate eingespritzten Thiere, obwohl sie etwas reagirten, keines starb.

Hier scheinen die höchsten Alcalescenzgrade mit der stärksten Toxicität zusammenzufallen. Siehe die Versuche mit 60 und 85 Tage alter Kultur!

Betrachten wir die Tabelle VII, so fällt die grosse Ungleichheit in dem Alcaligehalte der verschiedenen Kulturen in die Augen. Vergleiche z. B. Kölbchen N:o 3 und 10!

Die Versuche mit den am meisten und am wenigsten alcalischen Kulturen zeigen, dass die ersteren in diesem Falle auch etwas mehr toxisch gewesen sind. Dasselbe Verhältniss haben wir oben bei den in Tabelle VI erzählten Versuchen bemerkt.

Versuche mit Diphtherietoxin.

Tabelle VIII zeigt Versuche mit Diphtherietoxin.

Tab. VIII.

Alter der Kultur in Tagen.	Titre der Kultur.	Dosis in cm³.	N:o des Thieres.	Gewicht des Thieres in Gr.	Ausgang.
0	+ 10	0	0	0	0
3	+ 1	1	25	500	lebt. Minimale Infiltration. Gew. Abn. bis 450 Gr., höchste Temp. 38,9° C.
„	„	2	26	760	lebt. Etwas Infiltration. Gew. Abn. bis 710; h. Temp. 39° C.
„	„	6	27	630	lebt. Infiltr. Gew. Abn. bis 500; h. Temp. 39,2° C.
7	+ 16	1	31	440	lebt. Wenig Infiltr. Gew. nimmt immer mehr zu; höchste Temp. 39,6° C.
„	„	2	32	510	lebt. Etwas Infiltr; h. Temp. 38,9° C. Gew. Abn. bis 430.
„	„	6	33	490	lebt. Grosse Infiltr. Gew. Abn. bis 440; h. Temp. 39,2° C.
15	+ 14	1	35	570	† nach 4 Tagen. Infiltr.; h. Temp. 39,2° C. Gew. 510.
„	„	4	36	520	lebt. Grosse Infiltr. Gew. Abn. bis 460; h. Temp. 39,2° C.
„	„	6	37	420	† nach 3 Tagen. Infiltr.; h. Temp. 39,8° C. Gew. 380.
20	+ 23	1	38	630	† nach 6 Tagen. Infiltr. Gew. Abn. bis 600; h. Temp. 40° C.
„	„	4	39	670	lebt. Etwas Infiltr. Gew. Abn. bis 570; h. Temp. 39,9° C.
„	„	6	40	820	† nach 3 Tagen. Grosse Infiltr. Gew. Abn. bis 750; h. Temp. 39,2° C.

Alter der Kultur in Tagen.	Titre der Kultur.	Dosis in cm³.	N:o des Thieres.	Gewicht des Thieres in Gr.	Ausgang.
27	+ 35	1	41	730	lebt. Wenig Infiltr. Gew. Abn. bis 690; h. Temp. 39,4° C.
„	„	4	42	650	lebt. Grosse Infiltr. Gew. Abn. bis 500; h. Temp. 39,7° C.
„	„	6	43	630	† nach 8 Tagen. Grosse Infiltr.; h. Temp. 39,8° C. Gew. Abn. bis 520.
33	+ 31	1	44	620	lebt. Wenig Infiltr. Gew. Abn. bis 550; h. Temp. 39,7° C.
„	„	4	45	530	† nach 4 Tagen. Gew. Abn. bis 470; h. Temp. 39,3° C. Grosse Infiltr.
„	„	6	46	570	† nach 3 Tagen. Grosse Infiltr. Gew. Abn. bis 500; h. Temp. 39,3° C.
40	+ 49 (Nach Filtration + 36).	1	47	690	lebt. Etwas Infiltr. Gew. Abn. bis 660; h. Temp. 39,2° C.
„	„	4	48	540	lebt. Infiltr. Gew. Abn. bis 440: h. Temp. 39,3° C.
„	„	6	49	540	lebt. Grosse Infiltr. Gew. Abn. bis 380; h. Temp. 39,5° C.
51	+ 39	1	51	430	† nach 51 Tagen. H. Temp. 39,3° C. Wenig Infiltr.
„	„	4	52	500	† nach 5 Tagen. Infiltr. Gew. Abn. bis 460; h. Temp. 39,3° C.
„	„	6	53	600	lebt. Grosse Infiltr. Gew. Abn. bis 540; h. Temp. 39,1° C.
57	+ 45	1	57	480	lebt. Minimal. Infiltr. Gew. Abn. bis 410; h. Temp. 39,4° C.
„	„	4	58	430	lebt. Keine Infiltr. Gew. Abn. bis 370; h. Temp. 39,7° C.
„	„	6	59	440	lebt. Infiltr. Gew. Abn. bis 350; h. Temp. 39,3° C.

Eine andere Kultur in derselben Bouillon, welche die ganze Zeit (57 Tage) ungeöffnet gewachsen war, wird gleichzeitig titrirt und zeigt einen Alcalescenzgrad von + 27.

Den $^{12}/_{II}98$ werden zehn Kölbchen à 50 cm³ Bouillon von derselben Herstammung mit einem frischen Diphtheriebacillus geimpft und in einen Brütschrank gelegt wo die Temperatur 35 ° C. bis 37 ° C. betrug. — Den $^{14}/_{III}$ werden die Kölbchen herausgenommen und titrirt. Das Titriren fällt folgendermassen aus:

Tab. IX.

Kölbchen	N:o	1 . . .	+ 22
„	„	2 . . .	+ 28
„	„	3 . . .	+ 25
„	„	4 . . .	+ 20
„	„	5 . . .	+ 25
„	„	6 . . .	+ 26
„	„	7 . . .	+ 21
„	„	8 . . .	+ 25
„	„	9 . . .	+ 28
„	„	10 . . .	+ 25

Jetzt werden die am wenigsten (N:o 1, 4 und 7) und am meisten (N:o 2, 6 und 9) alcalischen Kölbchen isolirt, und jede Gruppe für sich verschieden filtrirt. Das Filtrat von der ersten Gruppe (N:o 1, 4, 7) bezeichnen wir mit einem (—) von der zweiten (N:o 2, 6 und 9) mit einem (+). Folgende Thierversuche werden mit beiden Filtraten gemacht:

Versuche mit dem Filtrate (+).

Meerschweinchen N:o 80. Gew. 690 Gr. Temp. 38 ° C., bekommt subcutan 5 cm³. — Gewicht nimmt ab bis 680 Gr., höchste Temp. 38,4 ° C. An d. Injektionsstelle Infiltration, welche jedoch bald verschwindet. Lebt.

Meerschweinchen N:o 81. Gew. 660 Gr. Temp. 38,1 ° C., bek. subcutan 15 cm³. — Gew. nimmt ab bis 540 G., h. Temp. 40,1 ° C. Infiltr. † nach 28 Tagen.

Meerschweinchen N:o 82. Gew. 900 Gr. Temp. 38 ° C., bek. subcutan 20 cm³. — Gew. nimmt ab bis 780 Gr., h. Temp. 39,5 ° C. Grosse Infiltration. † nach 3 Tagen.

N:o 1.

Versuche mit dem Filtrate (—).

Meerschweinchen N:o 83. Gew. 570 Gr. Temp. 38,2 ° C., bek. subcutan 5 cm³. — Gew. Abn. bis 530 Gr., h. Temp. 39,3 ° C. Keine Infiltr. Lebt.

Meerschweinchen N:o 84. Gew. 660 Gr. Temp. 38 ° C., bek. subcutan 15 cm³. — Gew. nimmt ab bis 560 G., h. Temp. 39 ° C. Infiltr. † nach 4 Tagen.

Meerschweinchen N:o 85. Gew. 790 Gr. Temp. 38,1 ° C., bek. subcutan 20 cm³. — Gew. nimmt. ab bis 720 Gr., h. Temp. 39,4 ° C. Infiltr. † nach 2 Tagen.

Besprechung.

Betrachten wir die zwei ersten Kolumnen in der Tabelle VIII, so sehen wir, dass in der Diphtheriekultur zuerst, wenigstens während der ersten drei Tage, Säurebildung eintritt, so dass die initiale Alcalescenz bedeutend neutralisirt wird. Danach wird die Kultur immer mehr und mehr alcalisch, aber nicht konstant. Wir sehen z. B. dass bei Titrirung nach 7 Tagen die Alcalescenz etwas höher ist als nach 15 Tagen. Bei den zwei nächsten Titrirungen (nach 20 und 27 Tagen) scheint die Kultur immer mehr alcalisch geworden zu sein; nach 33 Tagen steht die Alcalescenz jedoch wieder etwas niedriger als bei der vorhergehenden Titrirung.

Nach 40 Tagen ist die Kultur wieder bedeutend stärker alcalisch als nach 33 Tagen; nach 51 Tagen ist sie im Gegentheil viel weniger alcalisch als nach 40 Tagen und nach 57 Tagen wieder mehr alcalisch als nach 51 Tagen.

Wir sehen also, dass die Alcalescenz sehr lange im grossen Ganzen zugenommen hat, aber intermediäre Senkungen sind doch vorgekommen.

Die Kultur war die ganze Zeit lebend.

Bei den zwei ersten Prüfungen waren die Kulturfiltrate für Versuchsthiere nicht nennenswerth toxisch, wie die in Tabelle VIII referirten Thierversuche zeigen.

Bei den folgenden zwei Prüfungen waren die Kulturfiltrate verhältnissmässig toxisch so dass von drei Versuchsthieren zwei innerhalb der ersten Tage untergingen.

Durch das 27 Tage alte Kulturfiltrat (Titre der Züchtung + 35) starb bloss ein einziges Meerschweinchen, und zwar dasjenige, welches die grösste Dosis erhalten hatte, nach 8 Tagen. Bei der nächstfolgenden Prüfung starben dagegen innerhalb der ersten Tage zwei Versuchsthiere, obwohl der Titre dieser Kultur niedriger war, als derjenige der 27 Tage alten Züchtung. (Auch waren die Versuchsthiere dieses Mal etwas grösser).

Nach 40 Tagen stand die Alcalescenz in dieser Versuchsserie am höchsten, welches jedoch mit der Toxicität nicht der Fall war. Keines der drei Versuchsthiere starb, obwohl sie etwas reagirten.

Die mit 51 Tage altem Kulturfiltrate eingespritzten Versuchsthiere reagirten wieder etwas mehr; zwei von den dreien starben, das zweite jedoch erst nach sehr langer Zeit. (Titre der Kultur niedriger als letztes Mal).

Nach 57 Tagen war die Kultur wieder sehr alcalisch aber nicht nennenswerth toxisch; die Versuchsthiere reagirten im Ganzen sehr wenig.

Hier fallen die höchsten Alcalescenzgrade nicht mit der stärksten Toxicität zusammen, sondern scheint im Gegentheil die Kultur in den höchsten Alcalescenzperioden weniger toxisch gewesen zu sein als in den mittleren; die Alcalescenzgrade viel über + 30 scheinen der Toxicität zu schaden.

Bei Betrachtung der Tab. IX fällt es uns auf, dass die Alcalescenzdifferenzen in den verschiedenen Kölbchen nicht sehr gross sind. Die Thierversuche mit Filtraten von den am meisten und den am wenigsten toxischen Kulturen geben ungef. dieselben Resultate; das Filtrat der weniger toxischen Kulturen ist eher stärker als dasjenige der mehr toxischen.

LIBRARY

Versuche mit Gonococcustoxin.

Mit Gonococcustoxin ist bloss eine kürzere Serie von Versuchen in dieser Hinsicht angestellt worden.

Den $^{14}/_{II}98$ werden 10 Kölbchen, à 50 cm³ Bouillon + Cystaflüssigkeit ($^{2}/_{3} + {}^{1}/_{3}$), mit frischem Gonococcus geimpft. Der Titre der Bouillon-Cystaflüssigkeitmischung ist + 10. Der Titre der Kulturen nach einmonatlichem Wachsthum im Thermostat zeigt folgende Werthe.

Tab. X.

Kölbchen	N:o 1 . . .	+ 26
„	„ 2 . . .	+ 34
„	„ 3 . . .	+ 16
„	„ 4 . . .	+ 33
„	„ 5 . . .	+ 16
„	„ 6 . . .	+ 35
„	„ 7 . . .	+ 41
„	„ 8 . . .	+ 20
„	„ 9 . . .	+ 24
„	„ 10 . . .	+ 47

Die Kölbchen N:o 3, 5, 8 und die Kölbchen N:o 6, 7, 10 werden verschieden filtrirt und geprüft. Das Filtrat von ersteren nennen wir Filtrat (—), von letzteren Filtrat (+). Die Alcalescenz ist sehr ungleich in den verschiedenen Kolben, vergleichen wir z. B. Kölbchen N:o 3 und 10.

Thierversuche mit Filtrat (+).

Kaninchen N:o 261. Gew. 2100 Gr. Temp. 38,9 ° C., bek. subcutan 30 cm³. † nach 6 Tagen. Gew. Abn. bis 1690; h. Temp. 40,8 ° C. Minimale Lokalreaktion.

Kaninchen N:o 262. Gew. 1520 Gr. Temp. 39,1 ° C., bek. subcutan 15 cm³. † nach 8 Tagen. Gew. Abn. bis 1060; h. Temp. 40,6 ° C. Keine Lokalreaktion.

Kaninchen N:o 263. Gew. 1810 Gr. Temp. 38,7 ° C., bek. subcutan 5 cm³. † nach 17 Tagen. Gew. Abn. bis 1450; h. Temp. 40,8 ° C. Sehr wenig Infiltration.

Thierversuche mit Filtrat (—).

Kaninchen N:o 264. Gew. 1930 Gr. Temp. 38,9 ° C., bek. subcutan 30 cm³. † nach 7 Tagen. Gew. Abn. bis 1480; h. Temp. 41 ° C. Keine Lokalreaktion.

Kaninchen N:o 265. Gew. 1580 Gr. Temp. 38,8 ° C., bek. subcutan 15 cm³. † nach 8 Stunden. Grosse Infiltration an der Injektionsstelle. In Kulturen aus dem Thiere entwickelte sich ein feiner Stabbacillus.

Kaninchen N:o 266. Gew. 1630 Gr. Temp. 39 ° C., bek. subcutan 5 cm³. † nach 17 Tagen. Gew. Abn. bis 1190; h. Temp. 41,2 ° C. Keine Lokalreaktion.

Wie die oben angeführten Thierversuche zeigen, kann man kaum einen Unterschied in der Toxicität der am wenigsten und der am meisten alcalischen Kölbchen finden.

Hier darf nicht vergessen werden, dass die zum Nährmaterial verbrauchte Cystaflüssigkeit wahrscheinlich selbst etwas giftig gewesen ist; dieser Umstand spielt jedoch keine Rolle, denn die Resultate sind alle relativ.

Versuche mit Proteustoxin.

Die Tabelle XI zeigt Versuche mit Proteustoxin.

Tab. XI.

Alter der Kultur in Tagen.	Titre der Kultur.	Dosis in cm³.	N:o des Thieres.	Gewicht des Thieres in Gr.	Ausgang.
0	+ 10	0	0	0	0
4	∓ 0	12	195	2040	lebt. Gew. Abn. bis 1840 Gr.; höchste Temp. 40,1 ° C. Keine Lokalreaktion.
„	„	6	196	2000	lebt. Gew. Abn. bis 1880; h. Temp. 40,7 ° C. Keine Lokalr.
„	„	3	197	2030	lebt. Gew. Abn. bis 1960; h. Temp. 40 ° C. Keine Lokalr.
12	+ 17,5	12	198	2220	† nach 24 Tagen. Gew. Abn bis. 1950; h. Temp. 40,6 ° C. Keine Lokalr.
„	„	6	199	1480	† nach 32 Tagen. Gew. Abn. bis 1290; h. Temp. 40,5 ° C. Etwas Infiltration an der Injektionsstelle.
„	„	3	200	1790	† nach 11 Tagen. Gew. Abn. bis 1600; h. Temp. 40,6 ° C. Keine Lokalr.
18	+ 31,5	6	201	2080	† nach 21 Tagen. Gew. Abn. bis 1950; h. Temp. 40 ° C. Keine Lokalr.
„	„	3	202	2110	lebt. Gew. Abn. bis 1950; h. Temp. 39,6 ° C. Keine Lokalr.
26	+ 27,5	12	203	1330	† nach 95 Tagen. Gew. Abn. bis 1250; h. Temp. 40,4 ° C. Keine Lokalr.
„	„	6	204	1360	lebt. Gew. steigt immer mehr und mehr; h. Temp. 40,1 ° C. Keine Lokalr. Gesund.
„	„	3	205	1630	lebt. Immer gesund.

Alter der Kultur in Tagen.	Titre der Kultur.	Dosis in cm³.	N:o des Thieres.	Gewicht des Thieres in Gr.	Ausgang.
29	+ 44	12	206	2280	lebt. Temp. steigt bis 40,4 ° C.; sonst immer gesund.
„	„	6	207	1960	lebt. Gew. Abn. bis 1800; h. Temp. 39,9 ° C. Keine Lokalr.
„	„	3	208	1100	lebt. Gew. Abn. bis 1000; h. Temp. 39,9 ° C. Keine Lokalr.
35	+ 53	12	209	2020	lebt. Gew. Abn. bis 1850; h. Temp. 39,9 ° C. Keine Lokalr.
„	„	6	210	1530	† nach 5 Tagen. Gew. Abn. bis 1450; h. Temp. 40,6 ° C. An der Injektionsstelle gelatinöses, etwas sulziges Oedem und Infiltration.
„	„	3	211	1480	† nach 5 Tagen. Gew. Abn. bis 1220; h. Temp. 40,6 ° C. Lokalreaktion wie bei dem vorigen.
42	+ 39	12	212	1310	† nach 20 Tagen. Gew. Abn. bis 1190; h. Temp. 39,7 ° C. Keine Lokalr.
„	„	6	213	1400	lebt. Gew. Abn. bis 1320; h. Temp. 39,7 ° C. Keine Lokalr. Gesund.
„	„	3	214	1560	lebt. Gew. Abn. bis 1460; h. Temp. 40 ° C. Keine Lokalr.
56	+ 20	12	216	1700	lebt. Gew. Abn. bis 1280; h. Temp. 39,6 ° C. Keine Lokalr.
„	„	6	217	1800	† nach 15 Tagen. Gew. Abn. bis 1090; h. Temp. 39,9 ° C. Keine Lokalr.

Den $^{14}/_{II}98$ werden 12 Kölbchen à 50 cm³ Bouillon, derselben Herstammung wie in den Retortenkulturen, mit obengenanntem Proteus geimpft. Die initiale Alcalescenz der Bouillon ist + 10.

Nach 32 Tagen zeigen die Kulturen folgende Alcalescenzgrade:

Tab. XII.

Kölbchen	N:o 1 . . .	+ 33
„	„ 2 . . .	+ 44
„	„ 3 . . .	+ 37
„	„ 4 . . .	+ 36
„	„ 5 . . .	+ 39
„	„ 6 . . .	+ 27
„	„ 7 . . .	+ 40
„	„ 8 . . .	+ 33
„	„ 9 . . .	+ 23
„	„ 10 . . .	+ 43
„	„ 11 . . .	+ 37
„	„ 12 . . .	+ 50

Die am wenigsten (N:o 1, 6, 9) und am meisten (N:o 2, 10, 12) alcalischen Kölbchen werden verschieden filtrirt und die Toxicität derselben durch Thierversuche geprüft. Das Filtrat von den weniger alcalischen Kölbchen nennen wir Filtrat (—), von den mehr alcalischen Filtrat (+).

Versuche mit Filtrat (+).

Kaninchen N:o 239. Gew. 1680 Gr., Temp. 38,9 ° C., bek. subcutan 30 cm³. — Gew. nimmt ab bis 1400; Temp. steigt im Beginn bis 40,7 ° C. Eine minimale Infiltration an der Injektionsstelle zu bemerken; lebt.

Kaninchen N:o 240. Gew. 1700 Gr., Temp. 39,1 ° C., bek. subcutan 15 cm³. — Gew. Abn. bis 1590; Temp. steigt bis 40,6 ° C. Keine Lokalr. † nach 22 Tagen.

Kaninchen N:o 241. Gew. 1540 Gr., Temp. 38,7 ° C., bek. subcutan 5 cm³. — Gew. Abn. bis 1450; h. Temp. 39,8 ° C. Keine Lokalreakt., lebt, gesund.

Versuche mit Filtrat (—).

Kaninchen N:o 242. Gew. 1650 Gr., Temp. 39, ° C., bek. subcutan 30 cm³. — Gew. Abn. bis 1130; Temp. steigt bis 40,7 ° C. Keine Lokalreakt. † nach 13 Tagen.

Kaninchen N:o 243. Gew 1940 Gr., Temp. 38,9° C., bek. subcutan 15 cm³. — Gew. Abn. bis 1710; Temp. steigt bis 40,3° C. Keine Lokalr. † nach 15 Tagen.

Kaninchen N:o 244. Gew. 1480 Gr., Temp. 38,8° C., bek. subcutan 5 cm³. — Gew. Abn. bis 1350; h. Temp. 39,9° C., lebt, gesund.

Besprechung.

Bei Betrachtung der Tab. XI sehen wir, dass der Proteusbacillus anfangs auch Säure gebildet hat, so dass die Kultur wenigstens neutral geworden ist. Nach 12 Tagen ist die Kultur wieder ganz alcalisch und steigt die Alcalescenz danach immer mehr und mehr, bis sie nach 35 Tagen ihr Maximum erreicht. Zwischen dem 18. und 26. Tage scheint die Alcalescenz etwas niedriger geworden zu sein. Sie hält sich jedoch nicht lange auf dieser Höhe, sondern nimmt ziemlich rasch ab, so dass die Kultur nach 56 Tagen sich nicht mehr sehr alcalisch erweist. Sonst war die Kultur nach dieser Zeit so gut wie gestorben.

Eine andere Retortenkultur in demselben Nährmedium, welche die ganze Zeit (56 Tage) ungeöffnet gewachsen war, zeigte einen Titre von + 28.

Wie verhält sich hier die Alcalescenz zu der Toxicität?

Nach 4 Tagen, in welcher Zeit Säurebildung in der Kultur herrschte war sie bereits toxisch, wenn auch nur unbedeutend; alle Versuchsthiere reagirten mit Gewichtsabnahme und Temperatursteigerung.

Nach 12 Tagen war die Kultur verhältnissmässig sehr toxisch; alle Thiere gingen unter, obgleich erst nach längerer Zeit.

Mit 18 Tage altem Kulturfiltrate wurden nur zwei Thierversuche gemacht; dabei starb das mit 6 cm³ eingespritzte Thier nach 21 Tagen und dasjenige, welches 3 cm³ subcutan erhalten hatte, reagirte etwas.

Nach 26 Tagen war die Kultur augenscheinlich weniger toxisch als früher und nach 29 Tagen noch weniger.

Nach 35 Tagen, wo die Alcalescenz am höchsten stand, war die Kultur wieder ganz toxisch, so dass zwei von den drei Versuchsthieren binnen 5 Tagen untergingen.

Nach 42 Tagen stand die Alcalescenz schon bedeutend niedriger als bei der letzten Titrirung; die Toxicität war auch etwas schwächer; dennoch reagirten die Versuchsthiere und das kleinste von ihnen ging durch eine subcutane Einspritzung von 12 cm³ Kulturfiltrat zu Grunde.

N:o 1.

Nach 56 Tagen war die Kultur nicht mehr sehr alcalisch, aber noch toxisch; die beiden Versuchsthiere reagirten ziemlich stark, das eine starb sogar nach 15 Tagen.

Wann die Kultur am stärksten toxisch war ist schwer zu sagen, vielleicht gleichzeitig mit dem Höhepunkte der Alcalescenz. Wir sehen jedoch, dass die Toxicität bei Prüfungen mit 12, 18 und 56 Tage alter Kultur beinahe gleichstark war, trotzdem die Alcalescenz sich in der 12 und 18 Tage alten Kultur im Steigen, und in der 56 Tage alten Kultur in nennenswerthem Sinken befand.

Warum die Kultur 26 und 29 Tage nach ihrer Anlegung weniger toxisch war als früher und später ist unmöglich zu erklären, oder wäre vielleicht die Disposition der bei diesen Prüfungen angewandten Versuchsthiere so verschieden gewesen?

Bei dem Studiren der Tabelle XII sehen wir wieder, wie ungleich der Alcaligehalt in verschiedenen Kulturen desselben Alters ist; vergleichen wir z. B. Kölbchen N:o 1 und 12.

Das weniger alcalische Filtrat scheint hier etwas stärker toxisch gewesen zu sein, als das mehr alcalische.

Versuche mit Staphylococcustoxin.

Den $^{13}/_{II}98$ werden 16 Kölbchen à 50 cm^3 Bouillon derselben Herstammung mit neulich aus einem Abscessus reinkultivirtem Staphylococcus aureus geimpft und in einem Brütschrank gelegt. Die initiale Alcalescenz der Bouillon ist so genau wie möglich auf 10 cm^3 Normalnatronlauge auf 1000 festgestellt worden. Folgende Titrir- und Thierversuche werden mit diesen Kulturen gemacht.

Den $^{27}/_{II}$, nach 4 Tagen, wird ein Kölbchen titrirt. Titre ist + 16. Nach Filtrirung wird ein Thierversuch gemacht. Kaninch. N:o 220, Gew. 1760, Temp. 38,5 ° C., bekommt subcutan 20 cm^3. Die erste Reaktion ist nicht sehr stark, Gewichtsabn. bis 1540, höchste Temp. 40,2 ° C. Beinahe gar keine Lokalreaktion. Das Thier wird $^{16}/_{V}$ todt gefunden und war dann sehr mager. Bei der Sektion gemachte Kulturen bleiben steril.

Den $^{5}/_{III}$, nach 21 Tagen, wird ein anderes Kölbchen titrirt. Titre = + 23.

Den $^{8}/_{III}$, nach 24 Tagen, titrirt man ein drittes Kölbchen. Titre = + 28. Folgende Versuchsthiere werden mit dieser Kultur, nach Filtrirung derselben, geimpft.

Kan. N:o 225. Gew. 2740, Temp. 38 ° C., bek. subcutan 20 cm^3 Filtrat. Gew. Abn. bis 1990 Gr., h. Temp. 40,5 ° C. † nach 8 Tagen.

Kan. N:o 226. Gew. 1450, Temp, 39 ° C., bek. subcutan 10 cm^3 desselben Filtrates. Gew. Abn. bis 1180 Gr., h. Temp. 40,1 ° C. † nach 10 Tagen.

Den $^{18}/_{III}$, nach 34 Tagen, nimmt man ein viertes Kölbchen. Titre desselben = + 13. Nach Filtrirung der Kultur werden folgende Versuchsthiere damit geimpft.

Kan. N:o 246. Gew. 1760, Temp. 38,9 ° C., bek. subcutan 20 cm^3 Filtrat. Gew. Abn. bis 1560 Gr., h. Temp. 39,6 ° C. † nach 28 Tagen.

Kan. N:o 247. Gew. 1490, Temp. 39 ° C., bek. subcutan 15 cm^3. Gew. Abn. bis 1200 Gr., h. Temp, 40,1 ° C. † nach 13 Tagen.

Kan. N:o 248. Gew. 1680, Temp. 38,8 ° C., bek. subcutan 5 cm^3. Gew. nimmt mehr und mehr ab, h. Tem. 40 ° C. † nach 30 Tagen.

Den $^{18}/_{III}$, nach 34 Tagen, werden mehrere Kölbchen von dieser Serie titrirt:

Kölbchen	N:o 5 . . .	+ 17
„	„ 6 . . .	+ 18
„	„ 7 . . .	+ 18
„	„ 8 . . .	+ 15
„	„ 9 . . .	+ 23
„	„ 10 . . .	+ 23
„	„ 11 . . .	+ 18
„	„ 12 . . .	+ 15

Die am wenigsten (N:o 5, 8 und 12) und die am meisten (N:o 7, 9 und 10) alcalischen Kölbchen werden verschieden filtrirt. Das Filtrat von ersteren bezeichnen wir mit einem (—) und von letzteren mit einem (+).

Folgende Thierversuche zeigen die Toxicität dieser beiden Filtrate.

Versuche mit Filtrat (+).

Kaninchen N:o 255. Gew. 1930 Gr., Temp. 38,8° C., bek. subcutan 20 cm³. — Gew. Abn. bis 1270, h. Temp. 39,9° C. † nach 12 Tagen. Keine Lokalr.

Kaninchen N:o 256. Gew. 2720 Gr., Temp. 39° C., bek. subcutan 15 cm³. — Gew. Abn. bis 2310, h. Temp. 41,2° C. Keine Lokalreakt. † nach 32 Tagen.

Kaninchen N:o 257. Gew. 1650 Gr,, Temp. 38,9° C., bek. subcutan 5 cm³. — Gew. Abn. bis 1390 Gr., h. Temp. 39,8° C. Keine Lokalr. † nach 11 Tagen.

Versuche mit Filtrat (—).

Kaninchen N:o 258. Gew. 1890 Gr., Temp. 38,8° C., bek. subcutan 20 cm³. — Gew. Abn. bis 1200, h. Temp. 40,8° C. Keine Lokalr. † nach 27 Tagen.

Kaninchen N:o 259. Gew. 1590 Gr., Temp. 38,9° C., bek. subcutan 15 cm³. — Gew. Abn. bis 1060, h. Temp. 39,7° C. Keine Lokalr. † nach 8 Tagen.

Kaninchen N:o 260. Gew. 1400 Gr., Temp. 39° C., bek. subcutan 5 cm_0. — Gew. Abn. bis 1090, h. Temp. 39,2° C. Keine Lokalreaktion. † nach 5 Tagen.

Besprechung.

Die Alcalibildung in den einzelnen Kölbchen ist natürlich hier wie bei den anderen Kulturen verschieden gewesen, darum können wir von ihr in den verschiedenen Stadien der Kultur keine genauen Angaben liefern; man sieht jedoch ohne weiteres, dass die Staphylococcenzüchtung (wenigstens in dem damals titrirten Kolben) schon nach 4 Tagen mehr alcalisch war als im Beginn.

In den 21 und 24 Tage alten Kulturen stieg die Alcalescenz immer höher.

In den neun 34 Tage nach ihrer Anlegung titrirten Kolben war die Alcalescenz aber niedriger als in der 24 Tage alten Kultur.

Wie verhält es sich hier mit der Toxicität?

Betrachten wir die Thierversuche mit der 24 Tage alten, filtrirten Kultur, deren Alcalescenz + 28 betrug, und die mit der 34 Tage alten filtrirten Züchtung, welche + 13 alcalisch war, so können wir eigentlich keinen wesentlichen Unterschied zwichen ihnen finden; die mit dem erstgenannten Filtrate eingespritzten Thiere sterben wohl früher als diejenigen, welche das letzterwähnte subcutan erhielten.

Vergleichen wir die Versuche mit den Filtraten (+) und (—), so können wir auch zwischen diesen keinen Unterschied in der Stärke der Toxicität nachweisen. Grösse und verschiedene Disposition der Individuen machen die Versuche etwas ungleich, aber einen wesentlichen Unterschied findet man nicht. Die Differenz zwischen den Alcaligraden dieser Filtrate ist auch nicht sehr gross.

Ich habe noch eine ganze Menge von Staphylococcuskulturen verschiedenen Alters titrirt, und die meisten davon sind mehr oder weniger sauer gewesen: bis zu $-30 = 30$ cm^3 Normalschwefelsäure auf 1000. Die sauren, besonders die etwas mehr sauren Kulturfiltrate haben sich durchaus untoxisch erwiesen, so dass die Versuchsthiere nach subcutaner Einspritzung von 30 à 20 cm^3 dieser Filtrate nicht mehr reagirten als für dieselben Mengen gewöhnlicher Bouillon.

Versuche mit Streptococcustoxin.

Tab. XIII.

Alter der Kultur in Tagen.	Titre der Kultur.	Dosis in cm³.	N:o des Thieres.	Gewicht des Thieres in Gr.	Ausgang.
0	+ 10	0	0	0	0
6	+ 5	20	219	2260	† nach 25 Tagen. Keine Lokalreaktion. Gew. Abn. bis 1860; h. Temp. 40,4° C.
10	+ 4	20	221	1450	† nach 30 Tagen. Keine Lokalr. Gew. Abn. bis 1350; h. Temp. 39,3° C.
„	„	15	222	1520	† nach 43 Tagen. Keine Lokalr. Gew. Abn. bis 1340; h. Temp. 39,4° C.
16	+ 1,5	20	223	1640	† nach 20 Tagen. Keine Lokalr. Gew. Abn. bis 1470; h. Temp. 40,8° C.
„	„	15	224	1700	† nach 25 Tagen. Keine Lokalr. Gew. Abn. bis 1400; h. Temp. 40° C.
24	+ 7	20	249	1750	† nach 25 Tagen. Keine Lokalr. Gew. Abn. bis 1370; h. Temp. 41,2° C.
„	„	15	250	2030	† nach 35 Tagen. Keine Lokalr. Gew. Abn. bis 1920; h. Temp. 39,7° C.
„	„	5	251	1280	lebt. Keine Lokalr. Gew. Abn. bis 1080; h. Temp. 40,8° C.
33	+ 4	20	252	1860	† nach 54 Tagen. Keine Lokalr. Gew. Abn. bis 1710; h. Temp. 40,5° C.
„	„	15	253	2000	† nach 19 Tagen. Keine Lokalr. Gew. Abn. bis 1780; h. Temp. 40,5° C.
„	„	5	254	1080	† nach 46 Tagen. Keine Lokalr. Gew. Abn. bis 900; h. Temp. 40,4° C.

Alter der Kultur in Tagen.	Titre der Kultur.	Dosis in cm³.	N:o des Thieres.	Gewicht des Thieres in Gr.	Ausgang.
42	+ 12	20	267	2830	† nach 5 Tagen. Keine Lokalr. Gew. Abn. bis 2100; h. Temp. 40,5 ° C.
„	„	15	268	2120	† nach 8 Tagen. Keine Lokalr. Gew. Abn. bis 1600; h. Temp. 40,3 ° C.
„	„	5	269	2060	† nach 6 Tagen. Keine Lokalr. Gew. Abn. bis 1140; h. Temp. 39,9 ° C.
57	+ 20	20	270	1960	lebt. Keine Lokalr. Gew. Abn. bis 1480; h. Temp. 40,8 ° C.
„	„	15	271	1620	† nach 70 Tagen. Gew. Abn. bis 1540; h. Temp. 40,7 ° C., an d. Injektionsstelle ein kleiner fluktuirender Abscessus. War anfangs lange gesund.
„	„	5	272	1480	lebt. Gew. Abn. bis 1420; h. Temp. 40,4 ° C. Keine Lokalr. Gesund.
82	— 3 Kultur lebt.	20	274	1700	† nach 46 Tagen. Gew. Abn. bis 1200: h. Temp. 39,7 ° C. Keine Lokalr.
„	„	15	275	1520	† nach 4 Tagen. Gew. Abn. bis 1200; h. Temp. 39,6 ° C. Keine Lokalr.
„	„	5	276	1220	lebt. Gew. nimmt immer mehr zu: h. Temp. 39,4 ° C. Gesund.
127	— 2	20	284	1910	lebt. Gew. Abn. bis 1710; h. Temp. 40,1 ° C. Keine Lokalr. Im Ganzen gesund.
„	„	15	285	2030	lebt. Gew. Abn. bis 1920; h. Temp. 39,9 ° C. Keine Lokalr. Gesund.
„	„	5	286	1690	lebt. Gew. Abn. bis 1590; h. Temp. 40,2 ° C. Keine Lokalr. Gesund. Es wachsen noch einige Colonien.

Versuche mit Streptococcustoxin von Kulturen desselben Alters.

Den $^{12}/_{11}98$ werden 10 Kölbchen à 50 cm³ Bouillon derselben Herstammung mit einem Streptococcus, mit dem man bereits lange im hiesigen Laboratorium gearbeitet hat, geimpft. Die initiale Reaktion der Bouillon ist 10 cm³ Normalnatronlauge auf 1000 = + 10.

Nach einmonatlichem Wachsthum werden diese Kulturen titrirt und geprüft. Das Titriren zeigt folgende Werthe:

Tab. XIV.

Kölbchen	N:o 1	+ 9	
„	„ 2	+ 9	
„	„ 3	+ 2,5	
„	„ 4	+ 2,5	
„	„ 5	+ 33	unrein.
„	„ 6	+ 12	
„	„ 7	+ 30	unrein.
„	„ 8	+ 10	
„	„ 9	+ 7,5	
„	„ 10	+ 9	

Die am wenigsten (N:o 3, 4 und 9) und die am meisten (N:o 6, 8 und 10) alcalischen Kulturen werden verschieden filtrirt. Das Filtrat der ersteren nennen wir Filtrat (—), dasjenige der letzteren Filtrat (+). Folgende Thierversuche werden mit diesen beiden Filtraten angestellt:

Versuche mit Filtrat (+).

Kaninchen N:o 233. Gew. 2280 Gr. Temp. 38,5° C., bek. subcutan 30 cm³. — Gew. nimmt erst ab bis 2190 und Temp. steigt bis 41,3° C., dann lange gesund. Keine Lokalreakt. Wird nach 38 Tagen todt gefunden.

Kaninchen N:o 234. Gew. 1720 Gr. Temp. 39° C. bek. subcutan 15 cm³. — Gew. Abn. bis 1610; h. Temp. 40,7° C. Bleibt am Leben.

Kaninchen N:o 235. Gew. 1130 Gr. Temp. 38,8° C., bek. subcutan 5 cm³. — Gew. Abn. bis 1080; h. Temp. 40,3° C. Lebt.

Versuche mit Filtrat (–).

Kaninchen N:o 236. Gew. 2190 Gr. Temp. 38,9 ° C., bek. subcutan 30 cm³. — Gew. Abn. bis 2140; h. Temp. 39,7 ° C. Keine Lokalr. Immer gesund; lebt.

Kaninchen N:o 237. Gew. 1340 Gr. Temp. 38,8 ° C., bek. subcutan 15 cm³. — Gew. Abn. bis 1120; h. Temp. 39,9 ° C. Keine Lokalr. Immer gesund; lebt.

Kaninchen N:o 238. Gew. 1200 Gr. Temp. 38,7 ° C., bek. subcutan 5 cm³. — Gew. Abn. bis 1090; h. Temp. 39,7 ° C. Keine Lokalr. † nach 28 Tagen.

Den $^{12}/_{II}$ wird eine andere Serie von 10 Kölbchen mit einem neulich aus einem Puerperalfalle reinkultivirten Streptococcus geimpft. Jedes Kölbchen enthält 50 cm³ derselben Bouillon, deren initiale Alcalescenz 10 cm³ Normalnatronlauge auf 1000 = + 10 war.

Nach einmonatlichem Wachsthum im Thermostat von 35° à 37° C. Temp. zeigt der Titre in jedem Kölbchen folgende Werthe:

Tab. XV.

Kölbchen	N:o	1 . . .	+ 10,5
„	„	2 . . .	+ 11
„	„	3 . . .	+ 10
„	„	4 . . .	+ 16
„	„	5 . . .	+ 9
„	„	6 . . .	+ 14
„	„	7 . . .	+ 9
„	„	8 . . .	+ 7
„	„	9 . . .	+ 14
„	„	10 . . .	+ 5,5

Die am wenigsten (N:o 7, 8 und 10) und die am meisten (N:o 4, 6, 9) alcalischen Kölbchen werden verschieden filtrirt. Das Filtrat von ersteren nennen wir Filtrat (–), dasjenige von letzteren Filtrat (+). Das Filtrat (–) verunglückte, daher werden Thierversuche nur mit Filtrat (+) gemacht.

N:o 1.

Versuche mit Filtrat (+).

Kaninchen N:o 227. Gew. 2260 Gr. Temp. 38,5 ° C., bek. subcutan 30 cm³. — Gew. Abn. bis 2120; h. Temp. 40,3 ° C. Keine Lokalr. Nach den ersten Tagen gesund, lebt.

Kaninchen N:o 228. Gew. 2360 Gr. Temp. 38,6 ° C., bek. subcutan 15 cm³. — Gew. Abn. bis 2120; h. Temp. 39,7 ° C. Keine Lokalr. Immer gesund; lebt.

Kaninchen N:o 229. Gew. 1860 Gr. Temp. 38,8 ° C., bek. subcutan 5 cm³. — Gew. Abn. bis 1400; h. Temp. 40,9 ° C. Keine Lokalr. † nach 17 Tagen.

Besprechung.

Die Tab. XIII zeigt, dass der Streptococcus die ersten 16 Tage allmählich Säure gebildet hat. Darauf ist die Kultur immer mehr alcalisch geworden, bis sie nach 57 Tagen ihr Maximum erreicht und danach wieder sauer wird; zwischen 24 und 33 Tagen hat sie einen Rückschlag gemacht. Nach dem 85:sten Tage ist die Kultur wahrscheinlich lange ungefähr gleichsauer gewesen.

Die Kultur war immer lebend; bei den letzten Versuchen wachsen davon jedoch nur wenige Colonien.

Das Filtrat von 5 Tage alter Kultur war bereits etwas toxisch, und die Toxicität hält sich lange so unverändert, dast wir aus den gemachten Thierversuchen, wie Tab. XIII zeigt, wenigstens keine grössere Veränderung entdecken können, trotz dem der Alcaligehalt sich nicht ganz gleich geblieben ist.

Nach 42 Tagen war die Kultur unbedingt am meisten toxisch; ihr Filtrat tödtete alle drei, verhältnismässig grossen Versuchsthiere in bedeutend kürzerer Zeit als früher. Jetzt war die Kultur auch ziemlich alcalisch.

Nach 57 Tagen war die Kultur am meisten alcalisch, aber weniger toxisch als früher.

Nach 82 Tagen war die Kultur sauer, aber doch etwas toxisch.

Nach 127 Tagen war die Kultur fortwährend sauer und sehr schwach toxisch, schwächer als je zuvor.

Tab. XIV zeigt die Ungleichheit des Alcaligehaltes in den verschiedenen Kolben.

Die mit den Filtraten (+) und (—) gemachten Thierversuche geben an, dass diese beiden Filtrate ungef. gleich schwach toxisch gewesen sind.

Dieselben Verhältnisse zeigen Tab. XV und die mit diesbezüglichem Filtrat (+) angestellten Thierversuche.

Ich habe im Verlauf mehrerer Jahre sehr viel Streptococcuskulturen titrirt und dabei gesehen, dass diese Kulturen oft sauer werden. Die etwas mehr sauren Kulturen sind beinahe immer untoxisch gewesen, obgleich die alcalischen auch nicht stets toxisch waren.

Hier will ich noch einige Titrirungsresultate von alten Kulturen anführen:

Anthrax-Kultur	A.,	702 Tage alt;	Titre =	— 75
d:o	B.,	308 Tage alt;	Titre =	— 100

Diese beiden Kulturen waren untoxisch.

Streptococcuskultur	A.,	240 Tage alt;	Titre =	110
d:o	B.,	216 Tage alt;	Titre =	+ 10
d:o	C.,	111 Tage alt;	Titre =	— 6

Die Streptococcuskulturen A und C waren untoxisch, die Kultur B dagegen sehr toxisch, so dass 4 mit 0,1 cm^3 subcutan eingespritzte Kaninchen alle starben.

Diese letzten Titrirungsresultate zeigen, wie furchtbar sauer eine Bakterienkultur werden kann. Dass in diesen Kulturen keine fremde Infection gewesen ist, kann ich nicht mit Sicherheit behaupten, Spuren von einer solchen habe ich jedoch nicht gefunden. Die Bestimmung so hoher Aciditätsgrade ist sehr schwer und man kann leicht grosse Fehler bei der Titrirung machen, also müssen diese Werthangaben als ungefährliche angesehen werden.

Ueberblick.

Das oben angeführte lässt sich folgendermaassen kurz zusammenfassen:

Milzbrandkultur ist während der ersten Tage sauer geworden danach aber wird sie immer mehr und mehr alcalisch, bis sie nach 60 Tagen ihren höchsten Alcalescenzgrad erreicht hat. Innerhalb dieses Zeitraumes tritt jedoch einmal eine Remission ein, so dass die Kultur nach 25 Tagen ziemlich sauer ist. Nach ihrer Kulminirung fängt die Alcalescenz an allmählich wieder abzunehmen. — Während der vier ersten Tage ist die Kultur untoxisch, zwischen 11 und 40 Tagen aber ziemlich toxisch, trotzdem sie sich einmal dazwischen (nach 25 Tagen) in saurem Zustande befindet, danach wird sie wieder weniger toxisch, trotzdem die Alcalescenz zunimmt. Die höchsten Alcalescenzgrade + 30 — + 40 scheinen der Toxicität in Milzbrandkulturen zu schaden, ebenso die sauren Zustände, doch kann die Kultur in mässig saurem Zustande eine kürzere Zeit ihre Toxicität beibehalten. Bei weniger alcalischem Zustande scheinen kleinere Alcalescenzdifferenzen gleichgültig zu sein.

Vibrio cholerae asiaticae hat in den Kulturen immer mehr und mehr Alcali gebildet, bis die Alcalescenz nach etwa 60 Tagen ihren höchsten Punkt erreicht, wonach sie abzunehmen beginnt.

Die Kultur ist schon sehr früh etwas toxisch, die eigentlichen Cholerasymptome treten jedoch erst nach Einspritzung von bedeutend älteren (34 Tage alten) Kulturen auf. Die Toxicität scheint mit der Alcalescenz gleichzeitig zuzunehmen, so dass die höchsten Werthe beider zusammenfallen: wenn nach 60—85 Tagen die Alcalescenz abnimmt, so thut die Toxicität es auch. Also scheinen die höchsten Alcalescenzgrade in Cholerakulturen eine stärkere Toxicität zu bedeuten. Es ist meine Absicht noch zu untersuchen in wiefern die Alcalescenz dieselbe (Toxicität) auch bedingt.

In Diphtheriebacilluskultur tritt während der ersten Tage eine Säurebildung ein, worauf die Kultur eine längere Zeit immer mehr alcalisch wird, jedoch nicht konstant, sondern wechseln Steigerungen mit Senkungen ab, — darauf habe ich bereits früher aufmerksam gemacht [1]). Nach 40 Tagen scheint die Kultur am meisten alcalisch gewesen zu sein; nach 57 Tagen steht die Alcalescenz beinahe ebenso hoch.

Mit 15 Tagen zeigt sich die Kultur bereits toxisch. Am meisten toxisch ist sie zwischen 15 und 33 Tagen. Die stärkste Toxicität fällt also nicht mit der höchsten Alcalescenz zusammen, im Gegentheil ist die Kultur bei dem höchsten Alcalescenzgrade schwächer toxisch als früher, das zeigen die Versuche mit 40 und 57 Tage alter Kultur. Nach 51 Tagen, also zwischen den ebengenannten Zeitpunkten, ist die Kultur weniger alcalisch und scheint doch etwas mehr toxisch zu sein (das könnte ja möglicherweise auf einer Zufälligkeit beruhen). Die hohen Alcalescenzgrade (viel über + 30) sind, scheint es, nicht vortheilhaft für die Toxicität der Diphtheriekultur; die Alcalescenzgrade zwischen 14—30 scheinen dagegen für die Toxicität nahezu ganz gleichgültig zu sein. Zu demselben Resultat — dass nämlich schwächer alcalische Kulturen stärker toxisch sein können als die stärker alcalischen — ist auch Madsen [2]) bei Untersuchung der Diphtherietoxine gekommen.

Der Ansicht, dass die Alcalescenz, resp. Acidität einer Diphtheriekultur nach einiger Zeit, z. B. nach 14 Tagen, wie aus Madsens [3]) Untersuchungen hervorzugehen scheint, konstant bleibe, kann ich nicht beitreten, denn alle Kulturen, welche ich bis jetzt titrirt habe, sind niemals in ein konstantes Stadium gekommen.

Gonococcuskultur hat während der ersten Tage Säure gebildet (Tab. III) und wird danach immer mehr und mehr alcalisch, bis ihre Alcalescenz nach etwa 54 Tagen den höchsten Punkt erreicht zu haben scheint; die Alcalescenz der etwas älteren Kulturen ist wieder niedriger. Wie die Tabelle X auch zeigt, ist der Alcaligehalt in den verschiedenen Kulturen desselben Alters sehr ungleich, obwohl der Nährboden in allen derselbe ist.

Die Toxicität weniger und mehr alcalischer Kulturen scheint, wenigstens innerhalb ziemlich weiter Grenzen, ungefär gleichstark zu sein.

[1]) Duodecim 1896. N:o 1.
[2]) L. c.
[3]) L. c.

Proteusbacillus ruft ebenfalls binnen der ersten 4 Tage eine Säurebildung in der Nährbouillon hervor; danach wird die Kultur mehr und mehr alcalisch, doch nicht ohne eine intermediäre Senkung zwischen dem 18:ten und dem 26:sten Tage. Nach 35 Tagen ist die Alcalescenz am höchsten, nimmt aber danach wieder ganz rasch ab.

Nach 4 Tagen ist die Kultur nur sehr wenig toxisch, aber vom 12:ten Tage an ist ihre Toxicität schon nennenswerth. Man kann nicht ganz genau sagen wann die Kultur am meisten toxisch gewesen ist. Berücksichtigt man die beiden diesbezüglichen Versuchsserien, so findet man, dass die Alcalescenzdifferenzen, wenigstens innerhalb ziemlich weiter Grenzen, auf die Toxicität nicht schliessen lassen. Dieselbe Kultur kann in weniger und mehr alcalischem Zustande ungef. ebenso toxisch sein.

Staphylococcus macht oft die Nährbouillon sauer, und die sauren, wenigstens die etwas mehr sauren Kulturen, oder auch solche, welche eine längere Zeit weniger sauer gewesen sind, sind so gut wie immer untoxisch.

In den alcalischen Staphylococcuskulturen, sowohl in den weniger als auch in den etwas mehr alcalischen, scheint Toxicität vorzukommen. Wenigstens vom 24:sten Tage an können erwähnte Kulturen sich toxisch zeigen.

Streptococcuskultur wird sehr oft sauer, und die sauren, wenigstens die etwas mehr sauren Kulturen sind nahezu untoxisch; befindet sich aber die Kultur eine kürzere Zeit in nicht allzu saurem Zustande, so kann sie ihre Toxicität bewahren (siehe Tab. XIII). ROUX und YERSIN [1]) haben auch beobachtet, dass frische, wenig sauere Diphtheriekulturen in gewissem Grade toxisch sein können.

In den Streptococcuskulturen ist während der ersten 16 Tage eine allmähliche Säurebildung eingetreten. Danach wird die Kultur bis zum 57:sten Tage mehr und mehr alcalisch, später aber wieder von neuem sauer. Sie ist sehr früh toxisch geworden, nach 6 Tagen bereits. Darauf scheint die Toxicität ziemlich lange unverändert zu bleiben. Nach 42 Tagen ist diese Kultur unbedingt am meisten toxisch, aber nicht am meisten — obwohl verhältnissmässig hoch — alcalisch. Folglich braucht die Streptococcuskultur keinen hohen Alcalescenzgrad zu haben um toxisch zu sein.

An dieser Stelle möchte ich darauf hinweisen, dass etwas mehr alcalische Bakterienkulturen bei der Filtrirung circa 10 cm^3 Normalnatronlauge auf

[1]) L. c.

1000 an ihrer Alcalescenz einbüssen dürften. (Das flüchtige Alcali dunstet vielleicht dabei ab).

Das Verhältniss zwischen Alcalescenz, Acidität und Toxicität können wir also folgendermaassen ausdrücken: Es scheint als wahrscheinlich, dass manche Bakterienkulturen, um toxisch zu werden alcalisch sein müssen, obwohl wenigstens einige Bakterienkulturen, welche sich eine kürzere Zeit in mässig saurem Zustande befinden, dennoch toxisch sein können. Ferner: Die Alcalescenzgrade, wenigstens innerhalb ziemlich weiter Grenzen sind, scheint es, für die Toxicität gleichgültig; die allerhöchsten Alcalescenzgrade brauchen nicht, wenigstens nicht für einige Bakterienkulturen, was ihre Toxicität betrifft vortheilhaft zu sein, können im Gegentheil bisweilen schädlich sein.

Wir brauchen kaum darauf aufmerksam zu machen, dass die in dieser Arbeit erhaltenen Resultate nicht in allen Details allgemeingültig sein können; dazu ist die Alcali- und Toxinbildung in verschiedenen Bakterienkulturen und die Disposition der verschiedenen Versuchsthiere zu variabel. Sie dienen nur zur Beleuchtung des allgemeinen Ganges bei der Alcali- resp. Säurebildung und Toxinbildung in den oben genannten Bakterienkulturen.

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ.
TOM. XXVI. № 2.

SYNTAKTISCHE FREIHEITEN

BEI

HANS SACHS

AN SEINEN FABELN UND SCHWÄNKEN UND FASTNACHTSPIELEN

DARGESTELLT VON

EDWIN HAGFORS.
DR PHIL.

II.

Vorwort.

Es war ursprünglich die Absicht des Verfassers, seine Untersuchung als ein ungeteiltes Ganzes zu veröffentlichen. Die Zweiteilung derselben wurde, wie schon im Vorwort des im vorigen Jahre erschienenen ersten Teiles gesagt ist, aus äusseren, nicht in der Natur des Stoffes liegenden Gründen notwendig. Wenn nun aber der Stoff die Zweiteilung nicht gebot, so wiedersetzte er sich ihr andererseits auch nicht, und da nichts hindert, die beiden Teile der Untersuchung als in sich abgeschlossene Ganze anzusehen, und dieselbe auch nach den Teilen zu citieren, so haben wir dem vorliegenden zweiten Teile eine selbständige, vom ersten unabhängige Einteilung in Abschnitte und Paragraphen gegeben.

Zu der im ersten Teile benutzten fachwissenschaftlichen Litteratur kommen für diesen zweiten Teil als öfters und mit verkürztem Titel citiert nur noch folgende Arbeiten hinzu:

R. Schachinger: *Die Congruenz in der mittelhd. Sprache*, Wien 1889 (citiert: Schachinger).

O. Erdmann: *Grundzüge der deutschen Syntax*, Abt. II, von O. Mensing (citiert: Erdmann-Mensing).

Seltener zu Rate gezogene Hilfsquellen haben wir auch hier an Ort und Stelle mit ausführlichem Titel angeführt. Für alles, was sonst die bei der Arbeit befolgten Grundsätze betrifft, verweisen wir auf das Vorwort des ersten Teiles (Tom. XXIV der Acta Soc. Sc. Fenn. N:o 6).

Jyväskylä im Mai 1899.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

S.

I. Inkongruenz 1

A. Inkongruenz zwischen Subjekt und Prädikatsverbum.

1. Im Numerus.

a) Subjekt im Singular, Verbum im Plural 1

Das Subj. ist ein Kollektivum § 1, ein singularisches von *manch* bestimmtes Subst. oder eins der Pron. *jederman, (ein) jeder, jeglicher* § 2, das singul. *vil* mit einer pluralischen Bestimmung oder eine andere ähnliche Verbindung § 3—4, das Pron. *was* mit pluralischer Bestimmung § 5, ein unflektierbares, substantiviertes Adjektivum auf *-lei* oder *-hand* mit pluralischer Bestimmung § 6.

b) Subjekt im Plural. Verbum im Singular. 6

Das Subj. ist ein Zahlwort mit einem pluralischen Subst. § 7, ein pluralisches Subst. § 8.

c) Numerus des Verbums bei mehreren Subjektswörtern. 9

Die Subjektswörter sind von gleicher Person und sämmtlich im Singular § 9, teils im Singular, teils im Plural § 10, ein anticipierendes *es* geht als formales Subj. dem Verbum voran, ein Subst. als logisches Subj. folgt nach § 11. Die Subjektswörter stehen sämmtlich im Plural § 12. Dem Subj. ist durch *mit* oder *samt* eine Begleitung beigefügt, die logisch mit als Subj. fungiert § 13. Die Subjektswörter sind von verschiedener Person § 14.

2. In der Person 14

Eine nur scheinbar hierhergehörige Stelle § 15. Das Subj. ist ein relatives Pron., das sich auf ein persönl. Pron. der 1. oder der 2. Person bezieht § 16.

3. Das Verbum kongruiert mit der Apposition des Subjektswortes § 17 16

B. Sonstige Arten von Inkongruenz.

1. Im Kasus 17

Der Titel *Herr* unflektiert vor Eigennamen § 18. Inkongruenz zwischen Apposition und Beziehungswort § 19, verwandte Fälle § 20. Inkongruenz zwischen Substantiven, die mit einander im selben Abhängigkeitsverhältnisse stehen § 21. Fälle, wo der Sprachgebrauch in Bezug auf die Kongruenz im Kasus schwankend ist § 22.

2. Im Numerus 20

Bei Rückbeziehung eines Pron. auf ein Kollektivum § 23, auf ein abstrakt gebrauchtes Wort § 24. Inkongruenz zwischen Subjekt und Prädikatsnomen § 25.

3. Im Genus 25

Natürliches Genus § 26. Besonderheiten des Neutrum Sing. § 27. Abweichendes Genus in Fällen, wo durch das Subj. auf ein noch Unbekanntes hingewiesen wird, das erst durch das Präd. einen bestimmten Inhalt erhält § 28. Für Hans Sachs eigentümliche Fälle von anomalem Genus § 29.

4. In der Person 30
Das Pron. *sich* auf die 1. oder die 2. Person bezogen § 30.

Anhang: Weitere Freiheiten bei pronominaler Beziehung 31
Beziehung auf ein zu ergänzendes Beziehungswort § 31, auf ein folgendes Beziehungswort § 32. Wechsel der Beziehung § 33.

II. Tempora und Modi 39
Unberechtigter Wechsel der Tempora § 34. Attraktion der Tempora § 35. Sonstige Abweichungen vom normalen Tempusgebrauche § 36. Wechsel der Modi § 37—8. Attraktion der Modi § 39. Indikativ statt Konjunktivs § 40.

III. Nominalformen des Verbums 48

A. Infinitiv.
Infinitiv + *zu* mit unsicherer Beziehung gebraucht § 41. Inf. + *zu* nach Verben der Mitteilung oder Vorstellung § 42. Inf. ohne *zu* statt Finalsatzes § 43.

B. Partizip 52
Partizipien mit unklarer Beziehung als prädikat. Attribute gebraucht § 44

IV. Kontamination 54
Allgemeines § 45. Usuelle Fälle § 46—60. Momentane Anomalien § 61.

V. Widerspruch zwischen dem logischen Satzverhältnis und dessen grammatischer Bezeichnung 72
Überblick § 62.

A. Logische Abhängigkeit — grammatische Selbständigkeit 72
Allgemeines § 63. Der log. abhängige Satz folgt dem regierenden nach als Subj., Obj., Apposition oder Attribut, als modale Bestimmung etc. § 64. Der log. abh. Satz geht dem regierenden voran als Subj. oder Obj. § 65.

B. Logische Selbständigkeit — grammatische Abhängigkeit 80
Relativsätze, die einen selbständigen Gedanken enthalten, Nebensätze mit *wiewohl* anstatt Hauptsätze mit *doch, jedoch, freilich* u. dergl. § 66.

VI. Anakoluthie und verwandte Erscheinungen 83
Begriffsbestimmung § 67. Eigentliche Anakoluthien § 68—73. Oratio variata § 74. Trennung grammatisch und logisch zusammengehöriger Teile der Rede § 75.

I.

Inkongruenz.

In allen Sprachperioden scheinen im Deutschen die Abweichungen von den grammatischen Regeln der Kongruenz zwischen korrespondierenden Wörtern sehr weit verbreitet und zahlreich gewesen zu sein (s. die hierauf bezüglichen Abschnitte bei Erdmann-Mensing), teilweise bis zu dem Grade, dass die Fälle, wo die grammatisch korrekte Kongruenz bewahrt wird, den Abweichungen gegenüber als Ausnahmen erscheinen. Wie demnach von vornherein zu erwarten ist, sind die Freiheiten auf dem Gebiete der Kongruenz auch bei Hans Sachs sehr häufig anzutreffen. Aber Erscheinungen, die speciell für seinen Sprachgebrauch eigentümlich wären und sich anderswo nicht nachweisen liessen, begegnet man auf diesem Gebiete nicht oft.

A. Inkongruenz zwischen Subjekt und Prädikatsverbum.

Weitaus am gewöhnlichsten ist die Inkongruenz im Numerus. Nur ganz vereinzelt finden sich Fälle, wo das Verbum mit seinem Subjekte in der Person nicht kongruiert.

1. Inkongruenz im Numerus.

a. Subjekt im Singular, Prädikat im Plural.

§ 1. Unter diese Rubrik gehören zunächst die Fälle, wo das Subjekt von einem Kollektivum gebildet wird.

1. Innerhalb desselben Satzes wird zu einem als Subjekt fungierenden Kollektivum das Verbum im Plural konstruiert am häufigsten, wenn das Subjekt eine pluralische Bestimmung bei sich hat (so allgemein im Mhd. und im Nhd., s. Erdmann-Mensing § 33, Schachinger S. 49 ff., Kehrein § 58, Matthias S. 195). Beispiele: FS. 20, 11—12: *Also der gantzen Hasen menig Hetten kain frid*, nach demselben Kollektivum noch z. B. Fsp. 66, 139—140; — FS. 26, 15—16: *Eins teyls gesellen anderst wu Fürten noch mer Hauszmayd herzu*, nach demselben Kollektivum z. B. FS. 55, 93; 161, 55 (über die Verbindung *eins teyls gesellen* s. unten § 46); — FS. 43, 74: *Da lagen ir eyn gantzes schock;* 220, 43—4: *Aüs füerwicz im der affen haüff Prachen im sein kremers korb aüf*, nach demselben Kollektivum noch z. B. 318, 179; Fsp. 84, 382—3; — FS. 66, 67—9: *Derhalben ir ein grose zal . . . Schad lieden*, nach demselben Subjekt z. B. FS. 65, 40—41; 243, 18—19; 259, 4—5; — 382, 17—18: *Zv hant der fögel vnd thierlein rot Drieben aus dem frosch iren spot.* Doch ist auch in Fällen dieser Art der Singular des Verbums nicht selten anzutreffen, vgl. z. B. FS. 224, 84: *Der listing ist ain grose menig;* 168, 98: *Da as vnd tranck der jünger haüff;* FS. 35, 9—10: *Also ward gar ein grosse schar Solcher weiber geritten dar;* 310, 45—6: *Auch hilt ausen zv ros herüm Der geraysing ain grose süm.*

Weit seltener ist der Fall, dass nach einem für sich allein als Subjekt stehenden Kollektivum das Verbum desselben Satzes im Plural folgt (ähnlich verhält es sich im modernen Sprachgebrauche, s. Paul Pr. S. 224, Erdmann-Mensing a. a. O.; entsprechend im Mhd., s. Schachinger u. Erdmann-Mensing a. a. O.). Wir haben nur folgende sichere Beispiele: FS. 379, 71—2: *Aus dieser selzamen geschicht Künden nicht vrtailn das gericht;* 379, 84—5: *Die dorff gmain sam in schneler eyl Sassen, dettn darob ratschlagen*, nach demselben Subjekte noch 199, 5—6. Zweifelhaft scheinen uns Fälle wie FS. 161, 32: *Ain dail lagen vnd waren vol;* 317, 19: *Ains dails da an der gassen lagen*, ähnlich noch z. B. FS. 39, 13; 58, 56, 58; 147, 86; 157, 136—9; 312, 77, 80. Hier ist nämlich das Ganze, von dessen Teile die Rede ist, im Vorhergehenden durch ein pluralisches Wort bezeichnet, und eine pluralische Bestimmung zum Subjekte kann, obgleich nicht ausgedrückt, doch in Gedanken vom Dichter suppliert sein und den Numerus des Verbums beeinflusst haben.

2. Ausserordentlich häufig kommt bei Hans Sachs, wie in der älteren Sprache überhaupt [s. ausser Erdmann-Mensing, Schachinger, Kehrein a. a. O. noch Franke § 271, 1. b)], die Erscheinung vor, dass nach einem als Subjekt dienenden Kollektivum (mit pluralischer Bestimmung oder ohne

eine solche) das Verbum desselben Satzes im Singular gesetzt wird, ein folgendes asyndetisch oder durch *und* angereihtes Verbum aber im Plural steht. So z. B. FS. 65, 75—6: *Igliche rot die sas pesúnder Vnd schluegen ire aúgen vnder* (vgl. FS. 54, 38—40: *Palt kam ein rot ir hergeloffen Vnd fing heimlichen an zw prúmen*); 88, 27—9: *Der hennen schar ainfeltig was, Glaubet dem rappen genczlich das, Mit im hin gingen ausz dem hof*, nach demselben Subjekt z. B. 149, 55—7; 298, 122—3; — 275, 80—81: *Ein Rath entsetzt sich ob der red Vnd hielten jn für einen thummen*, nach demselben Subjekt noch z. B. 275, 67—8; 343, 111—13; vgl. noch FS. 98, 23—27: *Als das ein rat erfúer Es im verschmahen wúer, Vnd forderten den sprecher, . . ., Sprachen;* — 102, 37—8: *Der múnch loff zw ein halbes schock, Púnden den fischer in ein drock;* 163, 61—3: *Auch stúnd der andern fogel hauff . . . aller aúff, Hin vnd wider im wald verflúegen*, nach demselben Subjekt z. B. 157, 50—51; 198, 22—3; 231, 108—10; — 210, 91—4: *Zue loff als volck hinden vnd forn, Maint, der pfaff wer vnsinnig worn, . . ., Sahen den dollen pfaffen on*, nach demselben Subjekt z. B. 211, 108—10; — 228, 119—20: *Vngleiche gselschaft pringt kain gúecz, Halten nicht ob ainander schúecz;* 249, 7—9: *Ains mals het die stat Pergama Zv handeln mit der stat Luca Vnd schickten ir potschaft dahin;* 249, 53—4: *Aindrat die potschaft wie die pôck, Stúnden vor dem pabst wie die stôck;* 273, 3—5: *(Frölich) War die Handwercksbursch lustig frey, . . ., Theten weydlich spielen vnd zechen*, nach demselben Subjekt 273, 56—7; — 283, 23—4: *Da legt sich jr Freundschafft darein, Strafftens gútlich;* 279, 120—122: *Vast alls Hofgsind zum Pranger loff, . . ., Dachten wol, es wer vom Liendl gschehen* (vgl. 304, 63—4: *So fúrcht sich denn dein Badgesind, Wird hurtig . . .*); 286, 19—20: *Darinn vil frembdes Adels lag, Solten da machen ein vertrag;* 379, 90—93: *Die dorff gmain die peschlos nach mals, . . . Ein freúntliche daiding zv machen, Vnd legten ain tag gen Schweinaw;* Fsp. 44, 62—5: *Derhalb verdirbt die blúendt jugendt, Weil sie vol begirt vnd affeckt . . . steckt Vnd verachten mich trewen Hundt.*

§ 2. Im Mhd. finden sich recht häufig Konstruktionen, in denen zu einem singularischen Substantivum, dem das Adjektivum *manec* als Attribut vorangeht, das Verbum (bald desselben, bald eines folgenden koordinierten Satzes) im Plural gesetzt ist (Beispiele bei Schachinger S. 62 f.; vgl. auch Erdmann-Mensing § 35). Für das Nhd. bringt Erdmann-Mensing kein Beispiel dieses Plurals. Auch bei Franke sind keine Beispiele zu finden. Bei Hans Sachs haben wir für die Erscheinung nur folgenden Beleg bemerkt:

FS. 146, 10—11: *Da schon maniger fuerste lag, Solten petrachten gmainen nůecz* (regelrecht dagegen z. B. FS. 76, 26—7: *Maniger pawer schwiczt vor angst Vnd forcht, er wurd zw schanden wern* und oft).

Ein analoger Fall ist es, wenn wie in den folgenden Beispielen, auf die Pronomina *jederman, (ein)jeder* und *jeglicher* das erste Verbum im Singular, das zweite aber im Plural folgt. Fsp. 67, 314—15: *Iderman trawrig pleibt zw haus, Ir zeit mit seufzn vnd wain vertreiben;* FS. 255, 73—4: *Yderman, wer sie sach, der lacht Vnd hetten mit ir ir fasnacht;* 266, 48—9: *Da halff trewlich darzv ain yder, Zogen den Dôtschen wider raůs;* 108, 40—41: *Ides ein warme stůeben sůecht, Verkrůchen sich hinter den ofen;* 314, 91—2: *Vnd iglicher sein malzeit gab Vnd gingen hin zv pette ab.* Ähnliche Mhd. Beispiele bei Schachinger S. 79 f.; bei Erdmann-Mensing und Franke sind Fälle dieser Art nicht angeführt.

§ 3. Wenn das singularische *vil* mit einer abhängigen pluralischen Bestimmung als Subjekt fungiert, wird es bei Hans Sachs, wie sehr oft auch im Mhd. und im älteren Nhd. (Beispiele bei Schachinger S. 71 ff., Kehrein § 59 und Erdmann-Mensing § 34), gewöhnlich nach dem Sinn mit dem Plural des Verbums verbunden. So z. B. FS. 2, 10: *Das jr vil vnther die Penck suncken;* 7, 4—5: *Daran vil Weydenkoppen grosz Stunden lustig zu bayden seytten;* 43, 91: *Desz giengen ir gar viel zu hauffen;* 50, 82: *Ir vil hinaůs auf die pewt lofen,* dieselbe Wendung 108, 42; — 65, 78—9: *Vmb sie der schwarczen padknecht vil In allen wincklen vmher loffen;* ib. 332—3: *Da lagen auf den pencken hoch Vil reůdiger sel allenthalben;* 84, 25: *Doch waren im haůs vil hůnczmůecken,* ähnliche Fälle noch z. B. 144, 204, 219—20; 153, 6; 165, 77; 168, 11; 194, 34; 238, 44; 265, 90—92; 339, 17—18; 343, 45; 361, 55. — Noch mehr Beispiele als für den Plural giebt Schachinger S. 73 ff. aus dem Mhd. für den Singular des Verbums nach *vil.* Danach dürfte wohl im Mhd. der Singular nach *vil* überwiegen (vgl. Erdmann-Mensing a. a. O.). Wir haben auf diese grammatisch korrekten Fälle bei Hans Sachs nicht besonders Acht gegeben und können ihr numerisches Verhältnis zu den Abweichungen daher nicht angeben, glauben aber, das dies Verhältnis nicht dasselbe ist wie im Mhd., sondern vielmehr das umgekehrte. Wir haben uns, zum Beweis, dass der Singular nach *vil* auch vorkommt, nur folgende Beispiele notiert: FS. 341, 22—3: *Das* (= dass sie) *vor den wolffen sicher pleiben, Der ser vil ist in diesem wald;* Fsp. 3, 179—80: *Wie vil vnd dir reichtumb zu fleüst, Mit sorgen du yhr weng geneüst* (wie das *yhr* beweist, ist *reichtumb* ein Plural).

Auch nach dem Komparativ *mehr*, wenn es mit einer pluralischen Bestimmung verbunden als Subjekt steht, überwiegt bei Hans Sachs der Plural des Verbums, den wir an folgenden Stellen beobachtet haben: FS. 30, 102: *jr sind viel mehr;* 332, 140—41: *Idoch oft schwind gleich wie ein polcz Wachsen der kiffarbeis noch meer;* Fsp. 2, 19—20: *ich hab . . . vernummen, Wie mehr gest hernach werden kummen*, ähnlich Fsp. 71, 392. Im Singular folgt das Verbum unseres Wissens nur FS. 221, 45—6: *Wie vil mer schenck vnd wirdikeit Würt mir hie,* wohl durch die näher stehende singularische Bestimmung *wirdikeit* beeinflusst. Im Mhd. scheint nach den von Schachinger gegebenen Beispielen der Singular auch nach *mêr* zu überwiegen s. S. 76.

Nur den Plural haben wir nach dem Superlativ *am meisten* bemerkt: Fsp. 71, 136: *Der posen doch am maisten sint.* Ebenso nach *genug* mit pluralischer Bestimmung FS. 145, 62: *Es sint sûnst gnûeg lewt gangen mit;* Fsp. 71, 209: *Ir sint sûnst gnûeg, so die welt meren.*

Schwankend ist der Numerus des Verbums nach einem als Subjekt dienenden *wenig* mit pluralischer Bestimmung. Den Plural zeigen z. B. folgende Stellen: FS. 84, 19: *Wan darin waren wenig mûecken;* 132, 132: *So werden jhr doch wenig frum;* 147, 113: *Ob gleich der gûeten waren wenig;* 270, 17: *Wiewol der wirt gar wenig sint;* 384, 121: *Das ir gar weng gen helen faren.* Im Singular steht das Verbum 224, 83: *Die weil ir* (= der Frommen) *ist auf erd so wenig.*

Dasselbe Schwanken nach dem Komparativ *weniger.* Verbum im Plural FS. 384, 44: *Vnser faren noch wenger drein,* vgl. 128, 20: *Vnd wûeren ir ie lenger minder;* im Singular 319, 22: *Der pild ie lenger wenger wûer* (: *erfûer*).

§ 4. Den im vorhergehenden Paragraphen verzeichneten Fällen schliessen sich am nächsten an Konstruktionen wie einerseits FS. 20, 27: *Darumb sassen der Frôsch on zal;* 59, 39: *(Im sal) Sint der grûeser mit hawfen,* vgl. 115, 14—19: *da hin kam ein grose meng Allerley nacion vnd gschlechte, Münich, pfaffen, ritter vnd knechte, . . ., Der kam an zal zumb prûnen her Vnd wolten sich verjûngen lasen;* andererseits FS. 84, 150—151: *(Ich) Zeuch aus mein jungen in kûrczen fristen; Der selben ist an mas vnd zal;* Fsp. 26, 397: *Alln guten gseln, der ist an zal.*

§ 5. Auf das Pronomen *(s)waz*, wenn es Subjekt ist und eine pluralische Bestimmung neben sich hat, folgt im Mhd. das Verbum bald im Plural, bald im Singular (s. die Beispiele bei Schachinger S. 67 ff.). Kehrein

giebt keine Beispiele mit dem Pronomen *was* als Subjekt. Auch bei Franke sind keine angeführt. Erdmann-Mensing nimmt an, dass der Gebrauch des Plurals nach *was* sich auf das Mhd. beschränkt. Doch ist der Plural bei Hans Sachs an ein paar Stellen anzutreffen: FS. 6, 5—6: *Was vnsinnig jm wurden pracht, Er widerumb frey sinnig macht;* FS. 30, 47—9: *Dergleich was sachen mir zu stunden, Die mir doch waren widerwertig, Die kund ich verglosiren ertig;* 281, 107—8: *Was einem solcher böser stück Zustehnt, heissen sies grosz gelück.* Diese Konstruktion nach dem logischen Sinn ist doch auch hier nicht alleinherrschend, sondern der grammatisch korrekte Singular des Verbums kommt auch vor, vgl. z. B. 234, 29: *Vnd was reichtům zv dir ist wandern* (*reichtům* wahrscheinlich Plural, vgl. oben § 3 das Beispiel Fsp. 3, 179—80). Unsicher bleibt es, ob Fsp. 71, 359—60: *Was angst, vnrůe, vnfal vnd sorgen Sey in dem eling stant verporgen* die Formen *vnfal* und *sorgen* Singulare oder Plurale sind. Beides ist wohl möglich.

§ 6. Eine Analogie zu den Fällen, wo nach *was* mit pluralischer Bestimmung das Verbum im Plural folgt, scheint uns die Konstruktion an folgender Stelle zu bieten: FS. 105, 3—4: *Er antwort: Zv der schweinhecz frey Gehören der stůeck dreyerley.* Wir möchten nämlich annehmen, dass man in dem Worte *dreyerley* ein substantiviertes Neutrum Singularis zu sehen hat, von dem die Bestimmung *der stůeck* als partitiver Genitiv abhängt [mehr ähnliche Beispiele im DWb. unter *mancherlei* 8)]. Dass die Konstruktion so aufzufassen ist, wird uns noch wahrscheinlicher dadurch, dass in Fällen dieser Art nicht nur der Plural, sondern auch der Singular des Verbums vorkommt, vgl. 243, 4—5: *(der erst münich) Von dem hernach entsprungen wer So mancherley orden vnd seckt;* 275, 14 ff.: *Da begab sich auch mancher hand . . . wunderzeichen; Nit weis ich, . . ., Ob sie waren falsch oder war.* Dies scheint darauf zu deuten, dass die unflektierbaren Adjektiva dem Dichter in derartigen Fällen als Singulare galten. Einen bindenden Beweis dafür liefert der Singular des Verbums jedoch nicht, da er bei Hans Sachs auch auf ein pluralisches Subjekt nicht selten folgt (vgl. unten § 7—8), und Formen wie *dreyerley*, *mancherlei*, *mancherhand* ebensogut Plurale als Singulare sein können.

b. Subjekt im Plural, Prädikat im Singular.

§ 7. Wie in der älteren Sprache überhaupt, tritt dieser Fall von Inkongruenz auch bei Hans Sachs häufig ein, wenn ein Zahlwort mit dazu gehörigem pluralischem Substantiv oder Pronomen als Subjekt fungiert.

1. Nach den bei Schachinger S. 77 ff. verzeichneten Beispielen scheinen die Zahlwörter *hundert* und *tûsent* im Mhd. überwiegend mit dem Singular des Verbums verbunden zu werden (vgl. Erdmann-Mensing § 37), auch wenn sie selbst als Plurale zu fassen sind und von vielen Hunderten oder Tausenden die Rede ist. Zur Erklärung dieses Gebrauches vgl. Paul Pr. S. 224. Bei Hans Sachs haben wir derartige Konstruktionen ausser FS. 268, 44: *Mir wol dausent schaff vberplieb* (: *antrieb*) und Fsp. 73, 214—17: *pey drey dausent frawen Sint vnden, . . ., Vnd pegeren vůr den senat, Nothaft was zv vůrpringen hat*, wo der Einfluss der Reimnot mit in Betracht kommt, nur noch an folgenden Stellen bemerkt: Fsp. 53, 388—90: *Dafůr wirt auch . . . Wol hundert tausendt kessel vol Neun tausendt vnd fůnffhundert wol;* Fsp. 76, 4—5: *Das ist vor langer zeit geschehen, Ist nůn wol etlich dawsent jar.* Nicht seltener begegnet man in ähnlichen Fällen dem Plural des Verbums; so Fsp. 64, 191: *Der sint noch wol zway hundert par*, vgl. FS. 95, 5—6; — FS. 65, 8: *Daraůf sassen vil dawsent gaist*, ähnlich 279, 117—18; 310, 42—3. Metrische Rücksichten sind wohl in derartigen Fällen bei der Wahl der Verbalform bestimmend gewesen.

2. Auch nach anderen Zahlwörtern findet sich der Singular des Verbums zuweilen im Reime: FS. 48, 84: *Bisz drey Monat vergat* (: *werckstat*), vgl. 380, 55: *Als nůn drey monat verschinn war* (: *angefar*); FS. 73, 51 (= 178, 73): *Neun schnitten prot mir ueberplieb* (: *drieb*); 241, 117—18: *Das im vom halben sůmer zwar Fůnff ganczer meczen zv tail war;* 307, 74—5: *Dem auf der stet nach kriechen was Pey acht schock krebsen oder mer.* Doch steht er auch nicht seltener im Inneren des Verses, vgl. FS. 65, 8: *Nun wer verschinnen zehen jar;* FS. 98, 20: *Vnd e verging vier wochen;* Fsp. 19, 54: *Ich main, es sey wol zehen jar;* Fsp. 63, 6: *Ist ie seit her zwo stund verloffen;* FS. 113, 42—3: *ich wil dir weisen Mein schacz, des ist wol sieben pfünd;* 355, 65—7: *Die gest zelten . . . Die fischlein, der war an der zal Eben zway vnd virzig vnd hůndert;* Fsp. 40, 220: *Auch ist mir wordn drey Hellr darbey.* Der diesem Gebrauche zu Grunde liegende psychologische Vorgang ist wohl folgender: es ist, in Widerspruch mit der grammatischen Form des Ausdruckes, eine Vielheit vom Sprechenden als eine Einheit zusammengefasst, und statt der grammatischen Form hat diese subjektive Auffassung die Kongruenz des Verbums bestimmt, vgl. Paul Pr. a. a. O. Bemerkenswert ist vielleicht auch, dass in der zuletzt verzeichneten Gruppe von Belegen das Verbum dem Zahlworte vorangeht. Hierher gehörige mhd. Beispiele stehen bei Schachinger S. 83, vgl. Erdmann-Mensing a. a. O. — In Fällen die den oben angeführten ganz ähnlich sind, kann auch der Plural des Ver-

bums stehen, vgl. z. B. FS. 58, 125—6: *Pis zehen monat widerum Vergen;* 268, 59: *Vnd ee noch vergingen fünff jar;* 134, 37: *es sint der enspon zwen*, s. ausserdem 358, 103—6; Fsp. 38, 188; 51, 80; 53, 386—7.

§ 8. In den meisten Fällen, wo auf den Plural eines Substantivums das Prädikatsverbum im Singular folgt, ist bei Hans Sachs die Reimnot mit im Spiele. So FS. 41, 83—5: (er) *Thu fürthyn alle ding mit fleysz, Das jn nicht mit der zeyt vmbreysz Die wassergüsz als vngemachs;* 88, 49—50: *Aüf das sie dardurch wert ferfüert Zw sachen, die sich nicht gepuert;* 177, 9—10: *Zv nacht in auch peinigen thet Flöch, lews vnd wanczen in dem pet;* 244, 45—7: *(Der per) Hin zv dem dotten waidman sas, sein wunden in hart schmerczen was, Die auch waren dotlich vnd dieff;* Fsp. 11, 207—8: *Mainst* (= meintest), *dein sach wer haimlich auffs best, So es all menschen von dir west;* vgl. Fsp. 53, 139—40: *Die Leut er gar hart strafft vnd blagt, Wie alle Menschen von jm sagt*, ähnlich noch 79, 5—6: *Das mich schir alle menschen fleücht Vnd mich, den Haincz Hederlein, scheucht;* Fsp. 56, 222—4: *Reisz das Tischtuch . . . Vom Tisch heraber auff die Erd, Dasz alle Ding verschütet werd*, ähnlich 76, 26—7: *Ich hab gehort, wie in der e Al ding so wol vnd freudreich ste.* Ausserhalb des Reimes haben wir den Singular des Verbums nach einem pluralischen Subjekte an folgenden Stellen beobachtet: FS. 132, 84—5: *Petrus sprach: Herr es hat sich sider Gantz alle ding verkert auff erdt*, ganz gleichlautend Fsp. 67, 304—5, vgl. ausserdem FS. 171, 20: *So wart peschlossen alle ding;* Fsp. 78, 98: *All ding ist spiczig vberaüs.* Vielleicht liesse sich als Erklärung der Konstruktion in diesen Fällen eine Kontamination des Subjektes *alle Dinge* mit dem Singular *alles* denken (vgl. Erdmann-Mensing § 38). Hierher gehören auch FS. 161, 14—16: *Idoch so wart von manchem losen Marckadanten, der geiczig war, Vbernümen die knecht so gar;* 176, 72: *Da wurd jm erst geraumbt die daschen*, wenn die Stellen nicht nach Erdmann-Mensing (§ 39) als unpersönliche Passivkonstruktionen aufzufassen sind. Unsicher bleibt Fsp. 45, 270: *Solt mir erfrieren Hend vnd Füsz*, wo das *n* der Verbalendung mit dem Anlaut von *mir* zusammenschmelzen und unbezeichnet bleiben konnte: *Solt mir* = soltm mir = soltn mir; ferner Fsp. 57, 114: *Ihr sol werden wol ander schenck*, wo vielleicht *ander schenck* Nominativ Singularis sein kann.

Viele mhd. Beispiele der in diesem Paragraphen besprochenen Konstruktion sind von Schachinger S. 82 ff. mitgeteilt, auch einige ahd. stehen bei Erdmann-Mensing a. a. O. Aus dem älteren Nhd. sind uns ausser den oben verzeichneten Fällen keine Belege bekannt. Kehrein § 61 erwähnt

zwar den betreffenden Gebrauch, giebt aber keine Belege dafür. Auch bei Erdmann-Mensing stehen keine aus dem Nhd. Franke § 272 bringt nur ein paar Beispiele des Singulars nach Zahlwörtern.

c. Numerus des Verbums bei mehreren Subjektswörtern.

§ 9. Wenn die Subjekte von gleicher Person sind und sämmtlich im Singular stehen, kann das Verbum bei Hans Sachs, wie im Deutschen überhaupt (vgl. Erdmann-Mensing § 31), ebensogut im Singular als im Plural gesetzt werden. Eine konsequente Befolgung irgendwelcher Regel bei der Wahl des Numerus scheint bei unserem Dichter nicht bemerkbar zu sein. Allerdings, wenn das Verbum zwischen zwei Subjekten steht, ist auch bei Hans Sachs nur der Singular möglich. Sonst aber scheint die Stellung des Verbums auf seinen Numerus keinen Einfluss zu üben. Der Singular findet sich sehr oft, wenn das Verbum den Subjekten vorangestellt ist. Beispiele: FS. 8, 60—62: *O mit dir ist versorget wol Die kindbetterin vnd jr kind, Der Meister vnd das hauszgesind;* 14, 1—2: *Ains mals dranck ein wolff vnd ein Lamb Ausz einem Pechlein bayde samb;* 84, 29—30: *Auch stellet mir nach meinem leib Der selbig purger vnd sein weib;* 132, 91—2: *Darzu regirt auch in dem Landt Der krig, gfencknus, raub, mordt vnd prant;* 218, 99—100: *Doch wart in seinem herzen stecken Entseczung, forcht vnd groser schrecken,* ähnliche Fälle noch z. B. FS. 55, 101—2; 129, 36—7; 228, 70; 231, 77—8; 251, 26; 283, 64—5; 311, 165; 313, 64—5; 332, 66, 100—101; Fsp. 3, 428; 39, 139; 40, 12; 44, 263; 72, 236. Aber nicht seltener steht derselbe Numerus, wenn das Verbum den Subjekten nachfolgt. Beispiele: FS. 55, 110: *Freůd vnd gedechtnůs felt da hin;* 65, 99—101: *Vnghorsam, můetwil vnd dorheit, Aygner sin, widerspenstikeit Flos von irn köpfen, wie der schaům;* 189, 78: *Sein weib vnd hünd neben im loff* (: *hoff*); 213, 29—30: *Vnd im doch sein gwerb vnd handel Nit kan ertragen seinen wandel;* 268, 128: *Das sein vernůnft hercz sin vnd gmůet Nicht fliegent werd in den gedancken;* 302, 86—7: *Dasz auch ein Gmeyn vnd ehrbar Rhat Halt ob einander starck vnd vest;* Fsp. 14, 273—4: *Wie Troja, Saguntus vor jaren Rom vnd Cartago hat erfaren,* ähnliche Fälle z. B. FS. 55, 112—13; 154, 25; 207, 113—14; 215, 78—80; 318, 9—10; 330, 106; 376, 5—6; Fsp. 53, 233—4; 62, 369; allerdings ist in einigen von diesen Fällen auch die Reimnot mit in Betracht zu ziehen. In beiden Stellungen des Verbums, sowohl vor als nach den Subjekten, kommt aber auch der Plural oft vor; vgl. z. B. einerseits 214, 48—9: *es sint . . .*

Die fraw vnd hawsfögtin zam gsessen; 290, 100—101: *Das erhörten droben im Hausz Die Schmidin vnd ir Schnur zanger;* 311, 107—9: *mir sind . . . gestolen worn Kües, polster vnd auch das deckpet;* Fsp. 68, 431—3: *Aus solchn vnd der gleich laster springen Gleich sam aus einer wurzel dringen Armůt, kranckheit, schant vnd schaden,* andererseits FS. 21, 79—80: *Man spricht: Der armen hoffart, gwalt Vnd kelber koth verriechen palt;* 134, 9—10: *Aber die pewrin vnd ir maid Suechten an ainen enspan paid;* Fsp. 32, 22: *All můh vnd fleisz die sindt vergebens;* 44, 229—31: *Weil sorg, angst, forcht, schrecken, verzagen, Zweiffel, pegirt, seufftzen vnd klagen Dich peissn.*

Man vergleiche für den Singular in beiden Stellungen noch folgende Beispielgruppen; einerseits FS. 16, 41: *Vns ist versperret kesz vnd brodt;* 35, 168—9: *Das ein end nemet lieb vnd trew;* 48, 9: *Vol stro hing har vnd part;* 48, 136: *Da hin kumb man vnd fraw,* bei denselben Subjekten noch 182, 10; 190, 43; — 55, 126: *Erst hebt sich clag vnd herzenlaid;* 65, 370: *Das im ging haut vnd har hinweck;* 68, 30—31: *Im leben weichet maws vnd racz Vor ir;* 133, 74: *Solt dienst vnd trew verloren sein;* 148, 98: *Verschůetet war pier vnde wein;* 176, 30: *Als nun nach liesz regen vnd wind;* 194, 220: *Der halb leit iczůnd alt vnd jung Vil . . . vngemachs;* 215, 118: *Auch dencket im haus herr vnd fraw;* andererseits FS. 16, 201—2: *Das doch offt kumpt, wa Herr vnd fraw Ist zu hůndisch, karg vnd genaw;* 34, 57: *Alt vnd jung sich zam reymet nicht;* 35, 182: *Gleich vnd gleich bleibt eins spricht Hans Sachs,* ähnlich Fsp. 65, 347; 76, 95; — FS. 40, 123: *Wo hawt vnd har gar ist entwicht;* 83, 59: *Freůnt vnde feinde in vexiert;* 132, 87: *Wan wein vnnd draidt ist gar verdorben,* ähnlich Fsp. 67, 307; — FS. 177, 113—14: *Wo weib vnd man in dieser frist Mit der e zam verpůnden ist;* 235, 118: *Zeit vnd weil mir pey ir lang war* (: *jar*); 344, 9: *(Ains purgers dőchter) der vater vnd mueter war abgangen;* Fsp. 68, 122: *Pabst vnd pischoff thuet nach mir duersten.* Durch die gegebenen Beispiele wird man zu der Annahme geführt, dass Hans Sachs den Singular des Verbums setzt, wenn die Subjektswörter eine formelhaft gewordene Verbindung bilden, verwandte oder sich gegenseitig ergänzende Begriffe bezeichnen, welche zu einem Ganzen zusammengefasst sind (vgl. Paul Pr. S. 279; diese Zusammenfassung giebt sich oft in einem gemeinsamen Attribute, meistens aber in gemeinsamer Artikellosigkeit der Substantiva zu erkennen). Eine unverkennbare Vorliebe für den Singular in den eben charakterisierten Fällen ist wohl auch in der That bei Hans Sachs, wie im Nhd. überhaupt (vgl. Matthias S. 198, Erdmann-Mensing § 32) herrschend; doch ist die Setzung des Singulars keine ausnahmslos geltende Regel, sondern auch der Plural kann unter ganz ähnlichen

Umständen vorkommen, vgl. z. B. folgende zwei Fälle: einerseits FS. 82, 44: *(Sag) Was maid vnd knecht dieweil hat than*, andererseits FS. 82, 10: *(sagt) Was knecht vnd maid hetten gethon;* ausserdem z. B. 250, 93—4: *Den stent im haus vnd hoff zv pfant.* Die Wahl des einen oder des anderen Numerus scheint bei Hans Sachs auch in diesen Fällen äusserst von den jeweiligen metrischen Verhältnissen abhängig zu sein.

Bei Subjekten der vorhin angegebenen Art kommt bisweilen die Erscheinung vor, dass innerhalb desselben Satzgliedes das Verbum oder die Verba im Singular stehen, das Verbum eines folgenden koordinierten Satzgliedes aber im Plural gesetzt wird. Gewöhnlich haben die Subjekte ihren Platz zwischen den Verben. So FS. 132, 104—7 (= Fsp. 67, 324—7): *zu dir Sewfzet vnd schreiet Jung vnd alt . . . Vnd bekennen jhr sůnd vnd schuld;* FS. 198, 55—6: *So ainfeltig war fraw vnd mon, Truegen nit andre klaider on;* 252, 106—8: *Darmit sich sprenget alt vnd jůng Vnd maint, es macht der sůnden los, Vnd detten darauf sůnde gros, Namen in darůmb kain gewissen* (vgl. oben § 1, *2* die ähnlichen Fälle mit einem kollektiven Substantivum als Subjekt). Doch können die Subjekte auch den Verben vorangestellt sein, z. B. FS. 25, 30—31: *Die alt vnd jung hat mich in acht Vnd rupffen mir mein federn aus.* Hier sei auch erwähnt FS. 229, 109—111: *Wo den ein herschaft vnd gemein So ainig mit einander sein, Helt ob ainander wie ein mawr*, wo wahrscheinlich das Metrum die Setzung des Singulars *helt* statt des regelmässigen Plurals veranlasst hat.

§ 10. Wo die Subjektswörter teils Singulare, teils Plurale sind, steht das Verbum bei Hans Sachs nicht selten im Singular, am gewöhnlichsten, wie auch sonst in der Sprache [vgl. Schachinger S. 102, Erdmann-Mensing § 32, b), Kehrein § 64], wenn es dem singularischen Subjekte näher steht als dem pluralischen. Dabei kann das Verbum sämmtlichen Subjekten vorangestellt sein, wie FS. 50, 83—4: *Der idem ist zw pewte woren Ein rote nasen, zway rote oren;* 191, 71: *Nůn war in klent kopf, hent vnd průest;* 282, 130—131: *Denn musz das Weib vnd meine Kinder Daheim neen am Hungerthuch;* 350, 4—6: *Mir hat vmbgschlagen waicz vnd korn, Linsen, arbeis, růeben vnd krawt;* Fsp. 14, 370—71: *darob zw lezt Kumpt lant vnd lewt in not vnd angst*, vgl. 44, 197: *Vor mir buckt Landt vnd Leute sich;* 24, 149—50: *Baldt aber mein wart jnnen spet Der Fůrst vnd alle seine růt;* 68, 120—121: *Wol sich vor meinem gwalt můes schmiegen Kaiser, kůnig, herzog vnd fůersten;* 81, 248: *Wo ist dein rock, hosen vnd wat.* In dieser Stellung ist ja der Singular auch nach dem heutigen Sprachgebrauche zulässig

(s. Matthias S. 198). Härter kommt er dem modernen Sprachgefühle an, wenn das Verbum sämmtlichen Subjekten nachfolgt, wie z. B. in folgenden Fällen: FS. 2, 7—8: *Die Rotseck vnd die Schweinen praten Die Sawermilch war wol geraten;* 244, 119—21: *Sein weib, . . , sein aigne kind Vnd . . . sein gancz hausgsind Můs als mit dem megerlein essen;* 245, 17—19: *Sein hausfraw aber vnd die kind Vnd auch das ander hawsgesind Allesam in der kirchen was* (: *das*); 323, 91: *Sein kreft vnd sterck im vberwůeg* (: *zueg*); 378, 35—6: *Der gleich klaidcr vnd pet gewant Stet vnter den Iueden zv pfant.*

Seltener findet sich der Singular, wie schon angedeutet wurde, wenn das Verbum dem pluralischen Subjekte zunächst steht (Beispiele dieser Konstruktion aus dem Mhd. bei Schachinger S. 91 ff., einige aus dem älteren Nhd. bei Erdmann-Mensing und Kehrein a. a. O.). Das Verbum geht den Subjekten voran FS. 144, 22: *Verderbet wirt lewt vnde lant;* 281, 97: *Das jm wird gnommen kleider vnd gelt;* 353, 39—40: *Da von menschen wart haimgesůecht Guet sitten, thuegent, scham vnd zůecht;* 365, 22—3: *Die vierdt nacht jm entzogen wur* (: *verlur*) *Die zwey Leylach vnd das Deckbeth;* ausser diesen Fällen, welche sich nach Erdmann-Mensing § 39 als unpersönliche Passivkonstruktionen auffassen liessen, gehören hierher noch 229, 95: *Das pey ir zv nem lewt vnd lant* (wenn nicht vielleicht *nem* = nemn = nehmen ist, mit Verschmelzung der beiden Nasalkonsonanten zu einem); 229, 118: *Da nemet zw lewt vnde lant;* vgl. ausserdem FS. 8, 31: *Da sey weder ayer noch schmaltz*, wo die Subjekte durch *weder — noch* an einander geknüpft sind. — Das Verbum ist den Subjekten nachgestellt FS. 68, 50: *Fiech vnd lewt hat sein kein genad*, vgl. Fsp. 26, 261: *Sonder Viech vnd lewt vor jm fleucht* (: *scheucht*); FS. 209, 38: *Lant vnde lewt gesegnet wirt* (: *regiert*); Fsp. 9, 89—90: *Wolff, Fuchs, Marder, Kraen vnd raben Wil als sein Narung von mir haben* (vielleicht *Kraen* und *raben* Singulare). Den obigen Beispielen ist hier noch hinzuzufügen FS. 320, 111—13: *Lewt vnd auch viech, . . ., Sint fro, das* (= dass sie) *sein dot hat erledigt, Sagt im nach laster, sůend vnd schand*, wo die Ursache der Anomalie wahrscheinlich metrischer Natur ist.

§ 11. In Anschluss an den vorhergehenden Paragraphen lässt sich folgende Abweichung von den grammatischen Kongruenzregeln wohl am passendsten besprechen. Wenn einem Verbum ein anticipierendes unbestimmtes Subjekt *(es)* vorangeht und ein Substantivum als eigentliches logisches Subjekt nachfolgt, so richtet sich im Deutschen der Numerus des Verbums nach dem letzteren Subjekte. So auch in der Regel bei Hans Sachs. Nur ein Paar Stellen sind uns aufgefallen, wo Verstösse gegen diese Regel vorzuliegen schei-

nen. Die eine ist Fsp. 72, 302: *Schwimpt im kesel lang zotn vnd fasen;* hier steht wohl *Schwimpt* für 's schwimmt = es schwimmt und das Verbum hat sich im Numerus (wohl aus metrischen Gründen) nach dem formellen Subjekte gerichtet. Ähnlich könnte aufgefasst werden Fsp. 71, 291: *Es waint vmb in frawen vnd mon*, doch könnte wohl der Singular des Verbums hier auch dadurch veranlasst sein, dass dem Dichter als eigentliches Subjekt bei *weint* die Verbindung *Frau und Mann* vorschwebte, in der er dann wohl wegen des Metrums die Form *Frau* gegen die Form *Frauen* tauschte, ohne sich um die so entstandene Inkongruenz zu kümmern.

§ 12. Abweichungen von der Regel, dass bei zwei oder mehreren ausschliesslich pluralischen Subjektswörtern das Verbum in den Plural kommen soll, finden sich unseres Wissens nur in der älteren Sprache, und auch dort recht selten. Einige mhd. Belege der betreffenden Inkongruenz stehen bei Schachinger S. 102 f. (vgl. Erdmann-Mensing § 31), nur einen bringt aus dem älteren Nhd. Kehrein § 65, derselbe ist bei Erdmann-Mensing § 32, c) aufgenommen. Auch wir können bei Hans Sachs nur ganz wenige Beispiele der fraglichen Erscheinung nachweisen. Sicher scheinen uns von unseren Belegstellen nur FS. 35, 147—9: *Bei diesem schwanck so soll verstan Bayde die Frawen vnd die Man Iunckfrawen vnd die Iungen gsellen*, ferner 108, 45—6: *Der iglichem zw pewt ist woren Driffent augen vnd rote oren.* Zweifelhaft bleiben uns folgende Stellen: 286, 13—15: *Disem solt man den Kopff abhawen, Ob welchem aber Mann vnd Frawen Gar sehr grosses mitleyden hett* (: *thett*) [hier könnten die Worte *Mann* und *Frawen* als Plurale aufgefasst werden; der Singular *hett* wäre im Reime nicht sehr auffallend; doch liesse sich der Singular hier wahrscheinlich auch daraus erklären, dass der Dichter die Verbindung *Mann und Frau* als Subjekt im Sinne hatte (vgl. § 11 letztes Beispiel), obgleich er wegen des Reimes auf *hawen* die Form *Frawen* hatte setzen müssen]; 332, 2—3: *Da liebet mir wol vbermas Wolgeschmack krewter, wuercz vnd plůemen* [in der Verbindung *wuercz vnd plůemen* gilt wohl das Pluralzeichen des letzteren Subst. auch für das erstere (s. Teil I § 58, *1*); da das Verbum *lieben* als Intransitivum, im Sinne von *gefallen, lieb, angenehm sein,* nur persönlich konstruiert wird — s. DWb. unter *Lieben* I, 3), vgl. auch Fsp. 8, 108: *Mir lieben vor all newe Fůnd* — erwartet man auch hier den Plural des Verbums; dieser kann aber an unserer Stelle auch vorliegen, indem das in der Aussprache mit dem folgenden *m* verschmolzene Pluralzeichen *n* auch in der Schrift nicht gesetzt wurde und *liebet mir* = liebetm mir = liebetn mir steht]; 151, 22—3: *In der kuechen*

ligt an der ert Hefen vnd pfannen vngespůelt [zum Singular *hafen* giebt es eine Nebenform *hefen* mit Umlaut (s. DWb. unter *Hafen*, Bnd 4, 2 Sp. 121); diese liegt hier möglicherweise vor und nach ihr hat sich dann der Numerus des Verbums gerichtet, vgl. zu der angeführten Stelle noch FS. 7, 61: *Hefen, schůssel leyt vngespůlt;* 96, 47: *Heffen vnd schůessl liegt vngespůelt*].

§ 13. Ist einem singularischen Subjektsworte vermittelst der Präpositionen *mit* oder *samt* ein Substantivum als Begleitung beigefügt, so kann der von diesem Substantivum bezeichnete Gegenstand begrifflich auch als Subjekt im Satze empfunden werden. Doch behält Hans Sachs in solchen Fällen gewöhnlich die grammatisch korrekte Kongruenz bei und setzt das Verbum im Singular. So z. B. 186, 23: *Der pawer mit seim gsind sich legt;* ähnliche Fälle z. B. 284, 73—4; 332, 161; 334, 109—11; 358, 37, vgl. noch z. B. 371, 17—18: *Auf das ich auch sambt meinen jůngen Zv essen hab ain gůet nachtmal*, ähnlich FS. 51, 127—9. Nur an folgender Stelle haben wir das Verbum im Plural gefunden: FS. 16, 6—7: *In dem da huben an zu schreyen Die fraw mit sambt jrer Hauszmeyd.* Ein ähnliches mhd. Beispiel findet sich bei Schachinger S. 82, dasselbe bei Erdmann-Mensing § 31, noch eins bei Paul Gr. § 233 Anm., mehrere aus dem älteren Nhd. bei Kehrein § 60, ein paar aus Luthers Sprache bei Franke § 271, 2; vgl. noch Matthias S. 197.

§ 14. In dem Falle, dass durch die Subjektswörter verschiedene grammatische Personen vertreten sind, zeigt das Verbum bei Hans Sachs nur sehr selten einen von dem normalen abweichenden Numerus. Gewöhnlich steht regelrecht der die verschiedenen Personen zusammenfassende Plural (z. B. Fsp. 45, 137: *Weyl ich vnd er haben das leben;* 52, 296: *Du vnd dein Adam seit zu schelten*); wir kennen nur folgende Fälle, wo das Verbum ausnahmsweise im Singular steht, sich nur nach dem einen von den Subjekten gerichtet hat; einmal im Reime: Fsp. 53, 221: *Wie du vnd deins geleichen bist* (: *ist*), ausserdem Fsp. 75, 321: *So wil ich vnd Vlla Sewfist Vns auf machen in kurzer frist.* Ähnliche Fälle mhd. nicht selten, s. Schachinger S. 104 f.; einige Beispiele aus dem älteren Nhd. giebt Kehrein § 56.

2. Inkongruenz in der Person.

§ 15. Wir haben hier zunächst folgende Stelle zu besprechen, wo die Inkongruenz, wie wir glauben, nur scheinbar ist. Sie findet sich im Fsp. 8,

dem Kampfgespräche zwischen dem *Iüngling* und dem *Fürwitz* auf der einen und dem treuen *Eckhardt* auf der anderen Seite. *Der Fürwitz* hat (V. 148 ff.) behauptet, dass viele Leute aus der Schrift lauter Gift gesogen, Irrlehren und Ketzerey aufgebracht haben. Da antwortet ihm *Eckhardt* (V. 151 ff.): *Darzu hat sie getrieben frey Du, Fürwitz, mit dein schnöden fünden, Der schrifft nach grübeln vnd durch gründen, Darnach wider die warheit kriegen.* Auf den ersten Blick wird man hier das Prädikatsverbum als dritte Person Singularis und die substantivierten Infinitive als Subjekte dazu fassen. Man kommt so zu der Annahme, dass hier eine Inkongruenz vorliegt, indem das Verbum, trotzdem Subjekte von zweiter und von dritter Person im Satze vorhanden sind, sich in der Person nicht nach dem Subjekte zweiter Person gerichtet hat, wie es die Regel verlangt, sondern nach den Subjekten dritter Person. Wahrscheinlicher als diese Annahme ist uns folgende Erklärung der Stelle. Es giebt bei Hans Sachs einige Stellen (wir setzen voraus, dass der Text in der Ausgabe von Goetze nicht fehlerhaft ist), wo Verba zweiter Person Singularis eine Metathesis der zwei Endkonsonanten aufweisen. So heisst es Fsp. 10, 31—3: *Das du . . . Dem Hensel machest* (= machtest) *einen krantz Vnd warffts jn stets mit augen ahn* (*warffts* = warfst); ib. V. 41: *Du solts* (= sollst) *mir heindt kein agn abschütten;* ib. V. 44: *Du sichts* (= siehst) *fast einem Affen gleich.* Diese Metathesis, von der uns sonst nichts Näheres bekannt ist (bei Kehrein ist sie unseres Wissens nicht erwähnt), scheint uns auch an unserer oben angeführten Stelle vorzuliegen; nur kommt hier noch hinzu, dass das auslautende *s* der Verbalform, das wahrscheinlich bei der Aussprache mit dem folgenden anlautenden *s* in *sie* verschmolz, auch in der Schrift ausgelassen, unbezeichnet geblieben ist: *hat sie* = hats sie = hast sie. Die substantivierten Infinitive fassen wir nicht als Subjekte im Satze, sondern als erklärende Appositionen zu den Worten *dein schnöden fünden.* Wenn unsere Erklärung richtig ist, liegt also an unserer Stelle keine Inkongruenz vor.

§ 16. Wenn das Subjekt ein Relativpronomen ist, das sich auf ein persönliches Pronomen erster oder zweiter Person bezieht, so folgt in der älteren Sprache das Verbum der Regel nach in der Person des Relativums, der dritten Person (s. Paul Gr. § 239, 2; Schachinger S. 106). So gewöhnlich auch bei Hans Sachs. Nur ein Paar Ausnahmen von der Regel haben wir bemerkt: Fsp. 81, 328—9: *Icz wolstw drümb perauben mich Armen, der nicht vil vbrigs hab* (: *knab*); FS. 208, 13—14: *(Die vipernater) Schray: Wer pist, der hinden vnd forn Vmbgeben pist mit scharpfen dorn* (ähnliche Konstruktionen kommen nach Erdmann § 95 auch sonst in der Sprache vereinzelt

vor). Keine Inkongruenz liegt dagegen vor FS. 32, 78—9: *Ir zwey seit die jhening allein, Die jr zu sam gehören sollen*, denn hier kann *sollen* zweite Person Pluralis sein, gebildet mit der Endung *-en*, die im alemannischen Dialekte frühnhd. nicht selten vorkommt (vgl. Kehrein I, § 347). Wahrscheinlich hat der Dichter diese Form aus Reimnot gewählt, wie er ja auch sonst bisweilen alemannische Formen im Reime gebraucht, z. B. Fsp. 2, 26 die Form *roth* (= Rat) im Reim auf *noht* (= Not). Auffallend ist an unserer Stelle, wo ja das Relativum sich nicht auf das persönliche Pronomen *jr* bezieht, nur die Wiederholung dieses Pronomens im Relativsatze.

3. *Das Verbum kongruiert mit der Apposition des Subjektswortes.*

§ 17. Dieser Fall tritt bei Hans Sachs zuweilen ein, wenn zu einem Subjekte, das ein Ganzes bezeichnet, eine sogenannte distributive oder partitive Apposition gefügt ist. Die Inkongruenz kann eine bloss numerale sein, wenn Subjekt und Apposition von derselben Person sind, wie FS. 245, 94—5: *Das sie aus vntrew paider seit Ainr den andern pschedigen thůet* (: *gůet*); 373, 13—14: *Als nůn die drey goter* (= Götter) *zv ent Ain ider het sein werck volent* (ähnliche mhd. Beispiele bei Schachinger S. 80 f., vgl. Paul Pr. S. 259, wo auch ein Beispiel aus Goethes Sprache mitgeteilt ist, dasselbe steht bei Matthias S. 196). Im entgegengesetzten Falle kann sich das Verbum auch in der Person nach der Apposition richten, vgl. Fsp. 4, 355—7: *On was jr dückisch sunst verspielt Vnd yeder in seym hausz abstilt, Das er versetzet vnd verpfendt.* Auch nach einer Apposition anderer Art ist die letztere Inkongruenz möglich, vgl. FS. 343, 108—9: *Vnd ir, ein weisser rat, Wil mir geben die schůeld.*

Hier, in Anschluss an die zuerst angeführten Beispiele, ist auch der passende Ort, um die in den folgenden Fällen enthaltene Inkongruenz zu erwähnen. FS. 291, 27—8 heisst es: *Da wurdn eintragen von den Jungen Die erste Richt von lauter Zungen;* das Subjekt *Richt* ist ein Singular, das Verbum hat sich aber im Numerus nach der pluralischen Bestimmung *Zungen* gerichtet; ähnlich ib. V. 32—3: *Das waren aber anderst nicht, Den Zungen* (Subjekt ist hier *anderst nicht* = nichts anderes); regelrecht ist der Ausdruck ib. V. 36—7: *Dieselbig* (die dritt Richt) *war auch anderst nit, Denn lauter Zungen.* Wahrscheinlich ist die Inkongruenz in den obigen Fällen eigentlich auf eine

Kontamination zurückzuführen; so hätten sich z. B. an der letzteren Stelle die zwei Ausdrücke: *das waren nur Zungen* und *das war nichts als Zungen* mit einander gemischt.

B. Sonstige Arten von Inkongruenz.

1. Im Kasus.

§ 18. Ein Appellativum, welches einem Eigennamen als Titel vorangestellt ist, wird im Mhd. nicht selten als mit diesem verwachsen betrachtet und ohne Kasuszeichen gelassen. Besonders bei dem Titel *König* ist dies und zwar im Genitiv Singularis oft der Fall, s. die Beispiele bei Schachinger S. 113 f., vgl. Erdmann-Mensing § 110. Im Nhd. ist diese Inkongruenz im Kasus bei Titeln ganz allgemein geworden in dem Falle, dass ihnen keine attributive Bestimmung beigegeben ist. Eine Ausnahme von der Regel macht heutzutage nur das Appellativum *Herr*, das in allen Fällen flektiert wird. Diese Ausnahmestellung hat das Wort aber bei Hans Sachs noch nicht, sondern bleibt wie übrige Titel vor Eigennamen unflektiert, z. B. Fsp. 39, 450: *Wo ist alda Herr Gutmans Hausz*, ähnlich 61, 54: *(wie schön ist) Her Philipsen Balbana weib!* (*Philipsen* ist Genit. Sing., *Balbana* der Familienname, s. das Personenverzeichnis); vgl. Fsp. 1, 111—12: *Wurt nit Herr Achili, dem Ritter, Der liebe dienst sawr vnd bitter,* ähnlich z. B. Fsp. 42, erste Bühnenbemerkung; 43, Bühnenbemerkung vor V. 129; ib. 282; 45, 182, 191; 46, 12 und oft. Ähnliche Fälle noch bei Lessing, s. Erdmann-Mensing § 110 a. E.

§ 19. Eine Inkongruenz, die sowohl in der älteren als in der modernen Sprache nicht selten sich findet, (vgl. Kehrein § 167, Erdmann-Mensing § 135, Matthias S. 185 f.), ist es, dass eine ihrem Beziehungsworte nachgestellte Apposition mit diesem im Kasus nicht übereinstimmt. Bei Hans Sachs können wir keinen ganz sicheren Beleg dieser Erscheinung nachweisen. Doch ist vielleicht folgende Stelle als hierher gehörig anzusehen: FS. 217, 20—22: *Der kam ains mals hin mit aim knecht, Eim dildappen, Gůczo genant, Ein dôtsch an vernůnft vnd verstant.* Hier kann das Epitheton *dôtsch* als Apposition zu *knecht* gefasst werden, ebensogut als das vorangehende *dildapp* es ist, und man erwartet daher den Dativ für jenes, wie er für dieses gesetzt

wurde. Möglicherweise hat das unflektierte Particip *genant* den Dichter irregeführt und verleitet, auch das Wort *dôtsch* unflektiert zu lassen, wenn er dies nicht nur aus metrischen Gründen gethan hat. Doch ist es auch möglich, dass der Dichter die Worte *ein dôtsch* etc. als eine ausserhalb des eigentlichen Zusammenhanges der Erzählung gemachte beiläufige Nebenbemerkung gefasst hat, sodass der Vers 22 in Klammern stehen könnte und der Satzstruktur nicht einverleibt zu sein braucht (vgl. Matthias S. 190 f.).

§ 20. Wenn nun Inkongruenz im Kasus bei der eigentlichen Apposition gar nicht oder nur ganz vereinzelt bei Hans Sachs vorkommt, so sind dagegen ziemlich häufig Stellen anzutreffen, wo Substantiva, die einem anderen in obliquem Kasus stehenden zwar nicht als eigentliche Appositionen, aber doch als „in weiterem Sinne appositionelle Erläuterungen" (Matthias Fussnote zu S. 184, a. E.) oder zur näheren Ausführung dienende Begleitungen beigegeben sind, und als solche mit diesem Substantivum im selben Kasus stehen sollten, im Kasus nicht übereinstimmen, sondern im Nominativ stehen. Gewöhnlich tritt diese Inkongruenz in Fällen auf, wo an einen Gattungsbegriff Artbegriffe als Beispiele angeknüpft, oder nach einer zusammenfassenden Bezeichnung eines Ganzen einzelne Teile desselben näher ausführend aufgezählt werden. Die Anknüpfung kann eine unvermittelte sein oder durch ein *als* (= wie, zum Beispiel) oder *nämlich* vermittelt werden. Beispiele: FS. 30, 133—4: *(Mit grossem rhum) wie ich so geschicket sey Aller kürtzweil: fechten vnd springen* (: *singen*); 182, 167—8: *(wo man schwenck treibt) On schaden paider er vnd guet, Das selb kain weiser dadein dûet;* 206, 30—34: *(Darinen ist) Ain ewiger fried zamen gschworn Von allen lebentigen thiern . . ., Ia paide zame vnd auch wild;* Fsp. 73, 169—172: *das mans auch zaige on Allen frawen in Rom zvgleich Alt vnd jůng, arme vnd auch reich.* Hierher gehört wohl auch folgende Stelle, obwohl die nächsten von den durch *als* angeknüpften Substantiven den Kasus nicht erkennen lassen: FS. 226, 87—91: *Welcher mensch . . . allem woluest ist ergeben, Als sauffen, fressn vnd půelerey, Faulkheit vnd der gleich mancherley, Alles, was nůr dem leib wol thůet* (statt: *allem, was*). Entsprechend kann aufgefasst werden Fsp. 44, 209 ff.: *Durch lieb der Weiszheit . . . Hab ich alln lůsten vrlaub geben, Als hoffart, geitz, neidt, hasz vnd zorn . . . Vnd all solch vnornlich begirt, Welche mich vor haben regiert, Die hab ich all getretten vnter;* doch könnte hier auch ein Punkt vor *Vnd* gesetzt werden, und die Worte *all . . . begirt* würden dann nicht mehr als mit dem vorangehenden Subst. *lůsten* parallel, sondern als Objekt zum folgenden Verbum *hab getretten vnter* empfunden werden. Ferner gehören

hierher viele Überschriften der Fastnachtspiele; s. z. B. Fsp. 5: *Ein Fassnacht spil mit vier Personen, Nemlich ein Richter, ein Buler, ein Spiler vnd ein Trincker*, ähnlich Fsp. 6, vgl. Fsp. 15. Doch könnten hier die Aufzählungen vielleicht als Parenthesen genommen werden; noch näher als in den obigen Beispielen liegt diese Annahme in Fällen wie Fsp. 12: *Ein fasnacht spil mit drey personen: zwen pawren vnd der kellner, vnd haist das pachenholen im teutschen hoff*, ähnlich Fsp. 13, 14, 27. Endlich sind als Beispiele der oben charakterisierten Inkongruenz noch anzuführen Fälle wie Fsp. 3, 111—12: *Darausz ich euch denn alle bayde Ein vrtayl sprich nymandt zu layde;* 5, 53: *Ich wil euch beid die flöh abkern* (regelrecht z. B. Fsp. 77, 260: *Euch zv gůet vnd núcz paidensambt*), vgl. noch FS. 63, 57: *(Die fraw also) Irr* (wohl = *irer*, vgl. ib. V. 11) *pueler alle paid abkam.*

§ 21. Auch in sonstigen Fällen, wo mehrere Substantiva mit einander im selben Abhängigkeitsverhältnisse stehen, ohne dass unter ihnen die zu Anfang des vorhergehenden § angegebene Beziehung existiert, kommt es bisweilen vor, dass ein späteres Substantivum mit den vorangehenden im Kasus nicht übereinstimmt. So FS. 160, 158 ff.: *wir wollen vns petragen Der spiller, goczlestrer, weinzecher, Der půeler, hůrer vnd eprecher, Wuechrer, dieb, morder, mortprenner, Vereter vnd all schedlich menner, Landzfridprecher vnd strasraůber* (der Punkt der Ausgabe nach *eprecher* muss ein Druckfehler sein); 268, 103—4: *(leben) In vnzuecht, fůel, spil vnd hoffart Vnd ander laster der geleichen;* Fsp. 69, Bühnenbemerkung vor V. 247: *Die mesnerin kůmpt mit ainer schůessel, kochleffel vnd air vnd spricht.* Offenbar ist der Dichter hier durch die endungslose Form der voranstehenden Substantiva irregeführt und über den Kasus getäuscht worden.

§ 22. Wir haben hier zum Schluss noch einige Fälle anzuführen, in denen der Sprachgebrauch in Bezug auf die Kongruenz im Kasus schwankend ist.

1. Bei den Verben des Nennens steht heutzutage, wenn sie in aktiver Form erscheinen, neben dem Objekte ein substantivischer prädikativer Akkusativ, welcher den gegebenen Namen angiebt. Dieser Akkusativ findet sich schon im Gotischen (ein Beispiel bei Paul Pr. S. 256), aber statt dessen kann, ebenfalls seit dem Gotischen, auch der Nominativ (eigentlich Vokativ) stehen, s. Erdmann-Mensing § 132, wo auch weitere hierauf bezügliche Litteratur angegeben ist. Bei Hans Sachs bildet der Akkusativ durchaus die Regel. Nur an folgender Stelle haben wir den Vokativ gefunden: FS. 60, 65:

So hais ich dich oft „lieber Hans“. Mhd. Beispiele des Vokativs bei Grimm, Kleinere Schriften III, S. 339.

2. In einem Falle wie FS. 58, 62: *Wer sich der nerrischt stelen kan, Der ist der pest* ist es schwer zu entscheiden, ob für das prädikative Attribut der Akkusativ korrekter wäre, als der gesetzte Nominativ. Vom Standpunkte der modernen Sprache würde man allerdings den Akkusativ erwarten (vgl. Matthias S. 177 f.), da es sich hier um eine beabsichtigte Eigenschaft handelt, die erst durch die im Verbum ausgedrückte Thätigkeit entstehen und zur Erscheinung kommen soll. Doch schwankt auch hier der Sprachgebrauch (vgl. Erdmann-Mensing § 134).

3. Schwankend ist der Sprachgebrauch auch in Fällen, wo ein von dem Verbum *lassen* abhängiger Infinitiv *sein* ein Prädikatsnomen bei sich hat, welches sich auf das Objekt des Verbums *lassen* (Subjekt des Infinitivs) bezieht. Seit mhd. Zeit schwankt der Kasus des Prädikatsnomens (s. Erdmann-Mensing § 133, wo auch weitere Litteraturangaben); neben dem Akkusativ findet sich der Nominativ. Auch bei Hans Sachs herrscht dieses Schwanken. Der Akkusativ steht z. B. Fsp. 7, 478: *Des lasz dein gut dein Herrn nicht sein;* 24, 30: *Last mich heindt ewren gast hie sein.* Den Nominativ haben wir an folgenden Stellen bemerkt: Fsp. 12, 132: *Mein fraw lest mich wol herr sein;* 12, 376: *Lest in sein herr vnd man im haus;* 28, 35: *Vnd lies mein weyb sein Herr vnd man;* 57, 266: *Last mich euch sein ein guter bott.*

2. Im Numerus.

§ 23. Wir haben oben § 1 gesehen, dass auf ein als Subjekt fungierendes singularisches Kollektivum das Verbum bei Hans Sachs nicht selten im Plural folgt. Hier haben wir zunächst die ganz ähnliche Erscheinung zu betrachten, dass in Fällen, wo auf ein vorangegangenes singularisches Kollektivum durch ein Pronomen zurückgewiesen wird, der von dem grammatischen abweichende logische Numerus sich geltend macht und die Setzung des Pronomens in den Plural bewirkt. Wie in der Sprache überhaupt (s. Erdmann-Mensing § 41 und die dort verzeichnete Litteratur, vgl. ausserdem Paul Gr. § 230) sind auch bei Hans Sachs solche Abweichungen von der grammatisch korrekten Kongruenz sehr häufig anzutreffen. Wir können hier nur wenige Beispiele ausführlich citieren. FS. 35, 173—5: *So wurden alle pletz zu eng Zu dem Roszmarck, vor grosser meng, Die sich begerden da zu scheyden;* 37, 12—13: *Das gwölck regnet mit liechten tropffen. Nach dem*

wurden sie reichlich giessen; 196, 185—90: *Welch herschaft nicht gern essen sicht, Der selben dest wuerser geschicht; . . . Kein rechtgschaffner thůet pey in pleiben;* 236, 115—20: *wo ain lant oder stat Ein frůmb, guetig obrikeit hat, Die sol . . . Ir obrikeit auch sein guetwillig, . . ., Weils schuez vnd wolfart von in hon;* 248, 4—5: *(Der perckrichter) War steez ain freye daffel hon, Den* (= denen) *er mit dailt sein speis vnd dranck;* 250, 11—15: *Welch orden ist verloren worden? . . . Von dem ich nie gehoret hon. Was truegen die fůer kutten on? Was hettens fuer ain hertes leben?* 313, 71—2: *Weil ir seit von der obserfantz, Welche kein gelt doch dragen gancz;* 346, 47—51: *(der faul pawers man) Hat . . . sein waidfiech abgestochen, . . ., Hat das gefressen aus dem salcz, Von den er het kes, milch vnd schmalcz, Die im vil nuecz haben getragen;* Fsp. 19, 42—3: *Dar mit ich verplent alle welt, Die weil nach reichtum sie all streben.* Ähnlich steht der Plural des Pronomens bei Rückbeziehung auf folgende Kollektiva: Freundschaft (= Gesammtheit der Freunde) z. B. FS. 32, 68—9; 103, 42—3; 228, 52—3; Fsp. 84, 307—10; — Haufe z. B. FS. 45, 41—2; 262, 83—4; 318, 184—5; vgl. z. B. 50, 3—4: *(ich Erhőret ein clag) Vom armen hauffen, der sich claget, Wie im ein feint het widersaget;* — Volk z. B. FS. 50, 18—23, 47—51; 108, 21—5, 32—3; 160, 5—7; 217, 29—30 und oft; Wechsel zwischen Singular und Plural z. B. 236, 107—12: *Wan wie ain volck lebt diese zeit, so schickt in got auch obrikeit. Wo es mit sůnden ist pehaft, So wirt es gestraft, Wie Ysrahel des zeugnůs geit, Die almal pos obrikait hetten;* — Rotte z. B. FS. 162, 26—7; 166, 11—12; 216, 104—6; — Geschlecht z. B. 182, 85—8; 297, 94—7; — Gemeinde z. B. 187, 4—5; 199, 69—73; 379, 78—9; — Gesellschaft z. B. 191, 105—6; 250, 68—9; 293, 8—9 und oft; vgl. 191, 3—5: *Der ain frőliche gselschaft het, Die ainander vil schalckheit thet, Das sie ainander hielt vergůet,* ähnlich ib. 114—17; 222, 101—3; — Stadt z. B. 249, 7—9; — Botschaft (= Gesammtheit der Boten) z. B. 249, 48—9, 71 ff.; — Gesinde z. B. 269, 46—8; 270, 39—40; 304, 48—51; 345, 48—9; — Adel z. B. 277, 89—90; 286, 61—3; Fsp. 15, 90—91; 50, 21—2; — noch gehört hierher das Wort Teil, s. z. B. FS. 220, 75—6: *Ain dail war im zv hoch gehangen, Die selben kůnd er nit erlangen,* ähnlich FS. 2, 23, wenn nicht der Plural in solchen Fällen darauf beruht, dass die pluralische Bezeichnung des Ganzen, von dessen Teile die Rede ist, in Gedanken aus dem Vorhergehenden suppliert wird, und das Pronomen sich darauf bezieht.

Besonderer Besprechung wert scheinen uns noch einige möglicherweise hierher gehörige Stellen, über deren richtige Auffassung wir jedoch unsicher sind. Wenn es z. B. 265, 120 heisst: *Ein glechter wurt vom hoffgsind allen*

(: *schnallen*) und ähnlich 266, 41—2: *Der rueffet zv dem folcke allen, Es wer ein paur in prünen gfallen*, ferner 275, 8—9: *Von dem allen* (: *Wallen*) *Kam Gold, Silber, kertzen vnd wachs* und 351, 125—6: *Ich maint, ich det euch ain wolgfallen Vnd rechten dinst in diesem allen*, so scheint es klar, dass man das Wort *allen* für eine statt der starken Form *allem* wegen des Reimes gesetzte schwache Form zu halten hat. Nun kommt aber die Form *allen* auch ausserhalb des Reimes vor, vgl. z. B. 282, 237—8: *Vnd wolt auch beim Volck allensammen Gern bekommen ein grossen Namen;* 308, 19: *Von meim geschlechte allen samen.* Durch Fälle wie diese wird es wahrscheinlicher, dass *allen* vielmehr als Plural zu fassen, und dieser Plural wegen der Beziehung des Pronomens auf das vorhergehende Kollektivum und mit Hinblick auf die darin enthaltenen Einzelwesen gesetzt ist. Diese Erklärung wäre auch auf die zuerst citierten Stellen 265, 120 und 266, 41—2 anwendbar. Ähnlich liesse sich auffassen FS. 9, 37: *Noch musz ich zu dem allen schweygen;* bei *dem* wären die vorhergenannten Umstände als Ganzes zusammengefasst gedacht, *allen* würde sich auf die in diesem Kollektivbegriffe enthaltenen Einzelheiten beziehen. Mit dieser Stelle ganz analog wäre das oben angeführte Beispiel 351, 125—6. Auch in dem ebenda citierten Falle 275, 8—9 liesse sich annehmen, dass der Singular *dem* mit Bezug auf das V. 4 genannte Volk, der Plural *allen* mit Bezug auf die V. 5 ff. erwähnten einzelnen Pilger gesetzt sei. Aber wieder an Stellen wie 281, 93—4: *Grosz glück haben die allen, Dasz keiner sich zu todt hat gfallen;* 282, 241—3: *Die lasz ich mir allein gefallen, Veracht der andern Glerten allen Ir Lehr vnd guthertzige Schrifft* kann *allen* nichts anderes sein, als eine aus Reimnot gebildete schwache Form des Nominativus und des Genitivus Pluralis. Auch Fsp. 54, 145—6: *Dasz er lest seinen zoren fallen, Sampt seym eyfer vnd argwon allen* hat man in *allen* nur eine schwache Form des Dativus Singularis zu ersehen. Schwache Formen von dem Pronomen *aller* kommen also bei Hans Sachs vor, und unmöglich ist es deshalb nicht, das wir es auch an allen hier besprochenen Stellen mit solchen zu thun haben.

§ 24. Ausser bei Beziehung auf ein Kollektivum kommt bei Hans Sachs Inkongruenz im Numerus noch ziemlich häufig in Fällen vor, wo ein Pronomen sich auf ein abstrakt gebrauchtes, in genereller Bedeutung stehendes Wort zurückbezieht. Diese Fälle lassen sich in zwei Gruppen einteilen.

1. Auf ein singularisches Beziehungswort folgt das Pronomen oder bei Fehlen des letzteren das Verbum im Plural. Die Erscheinung erklärt sich natürlich daraus, dass das Beziehungswort trotz seiner singularischen Form

nicht von einem konkreten und bestimmten Einzelwesen gebraucht ist, sondern an mehrere solche, an eine ganze Gattung denken lässt. Wir haben folgende Belege dieser Inkongruenz. FS. 340, 63 ff.: *Wer anhengt dem spil, Der schafft jm selber vnrats vil, Dasz jm offt geht ausz seiner hand Sein narung beide Gelt vnd Pfand, Verzweiffelt sich dem Teuffel geben Vnd jn offt selb nemen das leben*, ganz ähnlich 122, 50—54, vgl. 241, 12—14: *Wer in sein můel zv malen kam, War gleich ein pawer oder peck, So grieff er in zv tieff int seck;* s. noch 201, 92—4: *(Weil) Der Wolff mit dem schaff ward geeft, . . . Den pawren sie* (= die Wölfe) *die schaff hintragen;* 312, 81—3: *Also drang ides sein anfechtůng . . . In iren gewissen vnd selen;* 324, 61—3: *Thuet auch můesig gen Der nůes, die ist im armprost sten; Wan sie sint auch nit guet zv kewen;* 353, 147—9: *Den wie ein mensch ein schwe* (= Schuh) *auch hat, Darauff er pey dem tag vmb gat, Nachcz zewcht ers* (= sie) *ab vnd lest sie ston;* Fsp. 9, 166—8: *Ich lauff offt etlich Hundert Meyl Eh wann ich find ein Herren paldt. Werd offt kaum halb von jn bezalt;* Fsp. 76, 410—12: *Nůn frew wir vns, das diese stat Kainen jůeden . . . hat, Die solch kůrczweil môcht habn vertrosn.* Ähnliche Beispiele bringt aus verschiedenen Sprachen Paul Pr. S. 226, vgl. auch Erdmann-Mensing § 41. Übergang aus dem Plural zurück in den ursprünglichen Singular findet statt FS. 324, 93—6: *Ess nymant kein hon, Die ohn auf dem kirchtůren ston, Welche von gelbem mesing gleisen; Wan er wer gar zw hart zv peissen.* Unsicher bleibt 324, 109—12: *Est kain krebs verdeckt, Die man im krieg im puesen dregt, Welche sint von stahel vnd eissen; Er wer ie auch nit gůet zv peissen;* hier können die Worte *kain krebs* vielleicht Plurale sein, dann gehört die Stelle unter die unten *2.* anzuführenden Fälle.

2. Zu der ersten Gruppe bildet die zweite den geraden Gegensatz. Auf ein pluralisches Beziehungswort folgt hier das Pronomen im Singular. Trotz der generellen, pluralischen Bezeichnung mehrerer oder aller zu einer Gattung gehörenden Einzelwesen, schwebt dem Sprechenden bei der Setzung des Pronomens ein beliebiges einzelnes Exemplar als Vertreter der Gattung vor. Beispiele: FS. 112, 55—9: *Drůmb wo noch in den tagen Schwaben vnd Francken tragen Ein zoticht plaben hůet, Zw straff er dragen thuet Zwelff rotter nestel drinen;* 137, 26—8: *Diese stueck allesamen . . . Ir alle tag auf schmiere* (es sollte *in* = ihnen stehen, weil sich das Pronomen auf die Worte *maiden vnd weiben*, V. 9, bezieht; ähnlich steht ib. V. 50 der Dat. Sing. *ir* mit Bezug auf *hausmaiden vnd weiben*, V. 45; dagegen ib. V. 57 der Plural *in*); 223, 85—9: *Das ist der heůchler ainig kůnst, In* (= ihnen) *mit zv schôpfen freůntschaft vnd gůnst, Dardurch man im vertrawt alzeit . . ., Wie wol er gůnt nimant*

kain guecz; 223, 109 ff.: *Solche hewchler mich gar vermonen An die vergiften scorpionen, Welche lecken mit iren zůngen . . .; Den ůebt er sein vergift gescheft Vnd heckt den menschen mit dem schwancz;* 228, 59—60: *(Welch armer) Den reich, gwaltigen ist anhangen Vnd wil im gleich in klaidern prangen;* 270, 1 ff.: *Zwayerley wirt fint man auf ert, Die ersten gůet . . ., Pey den da ist verornet wol Was ein erlich gast haben sol, . . .; Das fint ein gast reichlich pey in . . . Zw dem wirt zihen ein fon ferren Erlich lewt;* 300, 79—80: *(Von Leuten) Die sich schändlicher ding hoch rhůmen Vnd das mit worten ziern vnd plůmen;* 326, 76 ff.: *Pey welchen kremern man finden thet Ein leicht gewicht, zv kůrcze elen . . . Oder* (= oder *er*) *het pős vngrechte war . . ., Es weren gleich man oder frawen, Den thet man . . . abhawen An dem klain finger das erst glied. Als den mit schanden er abschied;* Fsp. 13, 239—40: *Wo ich nach dienst frag pey den herrn Weist er mich von im in die ferrn;* endlich sei noch angeführt Fsp. 13, 3—5: *So vil der kumen in mein haus, Der treib ich kainen von mir aus, Sundr ich gieb im drincken vnd essen,* wo *im* sich im Numerus nicht nach dem Plur. *der*, sondern nach dem Sing. *kainen*, von dem der Plural abhängt, gerichtet hat (derselbe Fall im Mhd. beim Relativpronomen, s. Paul Gr. § 237).

Einige den oben verzeichneten ähnliche ahd. Belege stehen bei Erdmann-Mensing § 42, mhd. und nhd. giebt es da keine.

§ 25. Der Numerus des Prädikatsnomens muss nicht mit dem des Subjektswortes übereinstimmen, wird aber gewöhnlich damit in Übereinstimmung gebracht, wenn das logische Verhältnis es erfordert oder nur zulässt. Etwas Auffallendes hat daher der Singular des Prädikatsnomens bei pluralischem Subjektsworte in folgenden Fällen: FS. 5, 60—61: *Die Männer ich gefressen han, Die selber waren Herr im hausz;* ib. 147—8: *Der doch die Männer fryst allein, Die Herr in jrem hause sein,* ähnlich Fsp. 12, 70: *Das ir all paid seit herr im haws,* ib. 105: *Das sie wern herr in irem haus;* vgl. dagegen ib. 364: *Weil sie nicht hern in hewsern waren.* In den Fällen, wo der Singular gebraucht ist, erklärt er sich wohl daraus, dass dem Ausdrucke ein distributiver Gedanke zu Grunde liegt: der Dichter denkt an jeden einzelnen Mann und meint, dass jeder in seinem Hause Herr war (auffallend bleibt doch der Gebrauch des Pronomens *jr* im zweiten und im vierten Beispiele). Im letzten Beispiele dagegen gilt der Plural *hern* von allen den fraglichen Männern in ihrer Gesamtheit und Zusammenfassung.

3. Im Genus.

§ 26. Abweichungen von der grammatisch korrekten Kongruenz im Genus entspringen in allen Sprachperioden sehr oft zunächst daraus, dass bei Rückbeziehung auf Wörter, deren natürliches Genus mit dem grammatischen nicht übereinstimmt, das erstere statt des letzteren maassgebend wird (vgl. Erdmann-Mensing § 3, wo auch weitere Litteraturnachweise für jede Periode gegeben sind). Bei Hans Sachs liegen die Verhältnisse in diesem Punkte nicht anders, als in der Sprache im allgemeinen.

Geradezu als Regel darf auch bei ihm, wie in der älteren Sprache überhaupt, das natürliche Genus bei Beziehung auf das Wort *Weib* betrachtet werden. Beispiele wie Fsp. 12, 120—121: *Ich pring werlich mein weib nicht her; Sie würt mein wort nicht guet reden*, ähnlich ib. 124—5, 138—9; vgl. ib. 193—4: *(so) ich mein weib gleich geren schlüeg, Vor iren straichen vngefüeg Kan ich gar nicht hinzwkumen* könnten leicht zu Dutzenden aufgehäuft werden. Ausnahmsweise findet sich das grammatische Genus bewahrt, z. B. FS. 19, 68—9: *Erst ward betrübt das zarte weyb, Das wand yhr hend vnd sah yhn an.* Auch ein relatives Pronomen richtet sich bei Beziehung auf *Weib* nach dem natürlichen Geschlecht, z. B. FS. 283, 3—4: *Der hett ein gar versoffen Weib, Welche war dick vnd feist von leib;* 342, 37—9: *Der het ein weib, . . ., Welche haimlich puellet da Mit eim Römer*, s. noch 292, 62 ff. — Seltener kommen bei Hans Sachs Diminutiva als Bezeichnungen lebender Wesen vor. Bei Beziehung auf solche schwankt das Genus. So folgt z. B. auf das Wort *Nünlein* FS. 85 das Pronomen im Femininum V. 10 ff.: *Das nünlein war verschlossen. Doch er* (der Edelmann) *ain sin erfünd Zw ir ein steigen künd . . . Vnd pflag mit ir der lieb*, im Neutrum dagegen V. 5—7: *(Darin) Ein jünges nünlein was. Das het lieb üebermas Ein jüngen edelmon*, ebenso V. 23—4: *das nüenlein im pette Ein jungling pey im hette*, ausserdem 33—5, 40—43, 47—8. Ähnliches Schwanken Fsp. 56, 155 ff.: *Wo ist nur heut mein Weckerlein* (Name eines Hundes), *Dasz er nit kombt zu mir herein, . . ., Ich musz gehn schawen, wo es sey, Wo anderst es ist in dem Hausz.* Das grammatische Genus nach Diminutiven findet sich noch z. B. Fsp. 35, 354—5: *Nun kann ich euch versagen nit Mein Mümblein, das sol ewer sein;* FS. 94, 44—6: *(Vor im hoffirt) Ein mendlein auf ainer quintern, Das im vil liedlein darein sang, Es dret sich ümb, hupfet vnd sprang.* — Nach dem Neutrum *Mensch* findet sich Übergang ins Maskulinum Fsp. 44, 287—8: *So west ich je kein Mensch auff erden, Der ich lieber wolt sein vnd werden, Denn eben dieser*

Diogenes. — Hier ist auch zu erwähnen folgende Stelle, wo von einem verstorbenen Manne die Rede ist: FS. 320, 15—17: *Nůn het man dem pfaffn verhaissn thon Von dieser leich ein grosen lon, Wen er mit lobe in erhůeb.*

§ 27. Eine weitere Gruppe von Freiheiten in der Kongruenz im Genus entsteht daraus, dass das Neutrum Singularis, vor allem der Pronomina, einerseits eine individualisierende, andererseits eine zusammenfassende Kraft hat:

1. Bei Hans Sachs, wie im Deutschen überhaupt (s. ausser Erdmann-Mensing § 8 noch Schachinger S. 46, Paul Gr. § 231), wird das Neutrum Singularis gebraucht, wenn von zwei oder mehreren Personen oder Sachen verschiedenen Geschlechtes eine, gleichgültig welche, bezeichnet werden soll. So steht bei Hans Sachs das Neutrum Singularis oft, wo von einem der Ehegatten, oder sonst von Mann oder Frau die Rede ist, z. B. FS. 10, 146—7: *Derhalben wir yetz eynig seyn: Iedes thut was das ander will;* 55, 23—4: *So sie der eyffergaist vexirt, das eins des andren fůrchten wirt* (*sie* = die Ehegatten), ib. 26—7: *wo ir ains ist vberaus Heftig, zenckisch vnd vnferdreglich;* 170, 64—6: *got manch vngeleiche e Zwsam fuegt, auf das in den tagen Ains helff des andren půerden tragen,* ähnlich noch z. B. 333, 205; hierher ist wohl auch zu stellen FS. 55, 126—8: *Erst hebt sich clag vnd herczenlaid Von seim gemahel nach dem ent, Das ist verlassen vnd elent,* wo das Neutrum wohl gesetzt ist, weil *gemahel* sich auf Mann oder Weib beziehen kann, also beide Geschlechter umfasst. Mit den obigen Beispielen vgl. FS. 10, 153—5: *Wo weyber ziehen vber zwerg Vnd menner auff ein andern berg, Da eyns dem andern gůnt nicht guts;* 76, 10 ff.: *Die pawren . . . Psorgten, der pfarer kůnt sie schmecken, . . . Der gleichen forchten auch die frawen. Ir ides psorgt, er mainet es* (*Er* für *Ir* in der Ausgabe, ist wohl Schreibfehler des Dichters oder Druckfehler); 114, 68: *Also ides sein lone het* (*ides* = Pfaffe und Fischerfrau); 125, 27—8: *(schaw) Wie sich ain ides halt, Fraw, man, jůng oder alt.* Bei Beziehung auf Sachnamen verschiedenen Geschlechts steht das Neutrum z. B. 318, 7 ff.: *Da rett mich auch an ain papist, . . ., Wo der glaub, hoffnung vnd die lieb, Iczůnd pey vns Lutrischen plieb, Ob sie pey vns weren gestorben . . ., Weil man der kaines pey in sech.* Auch wo das Genus unbestimmt bleibt, hat man wohl in ähnlichen Fällen an beide Genera zu denken, vgl. z. B. FS. 61, 47—9: *Zuhant zw prueder Zwieffel drůng Mit kerczen liechten alt vnd jůng; Iedes ein pfening opfren det;* 108, 39—40: *Da gab das frostig her die flucht, Ides ein warme stůeben sůecht;* 312, 59 ff.: *der jůngeling . . . hin zv allen krancken ging . . . Vnd hört ir cleglich klag mit wůnder . . .: Aines klaget sein klaine kind, . . ., Die es hinter im můest ver-*

lasen, ähnlich steht das Neutrum noch ib. 68, 70, 81, 91, 94, 101, 102. Doch kann, wenigstens bei Beziehung auf Sachnamen, das Neutrum auch gesetzt werden, wenn die Substantiva alle vom selben Genus sind, vgl. z. B. 162, 87—8: *(Du musst) hie erweln schant oder er; der ains.*

2. Nicht selten zeigt sich bei Hans Sachs, wie auch sonst in der Sprache, (s. Erdmann-Mensing und Schachinger a. a. O., Paul a. a. O. Anm.), die individualisierende Kraft des Neutrum Singularis auch darin, dass es ohne Beziehung auf bestimmte Personen ein Individuum, sei es Mann oder Frau, bezeichnen kann. So z. B. FS. 15, 43—5: *Wilt du der Gőtter straff vermeyden, So merck, was du nit geren hast, Das dus* (= du es) *ein anders auch erlast* (*s* in *dus* ist Genit. Sing.; *ein anders* Acc. Sing. Neutr., Obj. zu *erlast*); 16, 230—31: *Wie ein jedtliches hat gemessen, Wirdt jm gemessen widerumb;* 61, 43—4: *Vnd welches ich pestreich darmit, Das kan das jar verprinnen nit;* 342, 103 ff.: *wer noch zv diesen tagen Ein solch pild am marck auf geschlagen, . . ., Das es precht offenlich ans licht Eprecher vnd eprecherin, . . ., Der dewffel noch manches* (= manchen Mann oder manche Frau) *peschies;* Fsp. 34, 127—8: *das mich niemandt sech, Mich jr* (= irre) *mach, wenn es mich ansprech.*

3. Bei Zusammenfassung von mehreren Sachen oder Personen steht bei Hans Sachs, wie oft auch sonst im Deutschen, das Neutrum Singularis, nicht nur bei Beziehung auf Substantiva verschiedenen Geschlechts, sondern auch in Fällen wo die Substantiva alle vom selben Genus sind. Beispiele der ersteren Art: FS. 66, 42—4: *Sich mengen on zal laster ein: Als epruch hűrweis vnd manschlacht, Des sűnst ein man nie het gedacht;* 130, 42—3: *Sie tregt ausz kandel, rőck vnd schauben, Verkaufft vnd versetzt das nachmals;* 253, 17—19: *Fűrkawffet habern, korn vnd wein Vnd speret auch das selbig ein, Pis es im drueg zwifeltig gelt;* 255, 23—6: *(dw wőlst) Mir geben den grosen weitling Mit milch, . . ., Vnd auch ain weitling mit milch ram, Das ich das verkauff paidesam,* ähnlich noch z. B. 323, 17—19; 364, 51—4; vgl. Fsp. 9, 89—90: *Wolff, Fuchs, Marder, Kraen vnd raben Wil als sein Narung von mir haben.* Beispiele der letzteren Art: FS. 359, 62—3: *dir sey hie bekennt Mein sűnd vnd schuld, das ist mir leyd;* 371, 66—7: *Purger, pawer vnd edelewt, Das stelt eűch als nach eűr wolffs hewt;* 384, 201—2: *In sumarum, das arm vnd reich Print als in gotes lieb geleich;* Fsp. 9, 87—8: *Adel, Pfaff, Bettler vnd Lantzknecht Sucht alles bey mir sein Erbrecht.* — Ähnliche mhd. Fälle bei Schachinger S. 41 ff., vgl. ausserdem Erdmann-Mensing a. a. O., wo auch nhd. Beispiele verzeichnet sind.

Nur zu einem der vorausgehenden Substantiva ist das Pronomen konstruiert FS. 313, 77—8: *Phalt eůch eur predig vnd ablas, Der zimbt eůr gaistlikeit vil pas.*

§ 28. „In Fällen, wo durch das Subjekt auf ein noch Unbekanntes hingewiesen wird, welches erst durch das Prädikat einen bestimmten Inhalt erhält", steht das als Subjekt dienende Pronomen im Deutschen gewöhnlich im Neutrum Singularis (vgl. Paul Pr. S. 255 f. auch Gr. § 232, ausserdem Schachinger S. 17 ff., Erdmann-Mensing § 10). So auch in der Regel bei Hans Sachs, z. B. FS. 65, 383: *Das sint die klaffer vnd die lůegner;* 360, 59: *ist das der flusz;* ib. 117: *es ist ein grosz schand.* Nur eine Ausnahme von der Regel haben wir bemerkt: FS. 65, 349: *Dieser daucht mich der grőste haůf,* wo sich das Subjekt im Genus nach dem Prädikat gerichtet hat (ähnliche Ausnahmefälle auch im Ahd. und Mhd., s. Erdmann-Mensing a. a. O., Schachinger S. 21). Andererseits kommt auch vor, dass das unbestimmte neutrale Genus des Subjektpronomens beibehalten wird, obgleich der das Subjekt bildende Gegenstand im Vorhergehenden schon bestimmt bezeichnet ist, vgl. FS. 55, 21—2: *Der ander schmack in da erscheint, Das wirt genent der esicheint.*

§ 29. Wir haben endlich hier noch eine Anzahl von Fällen zu verzeichnen, in denen die Abweichung von der grammatisch korrekten Kongruenz im Genus nicht, wie in den vorhergehenden Beispielsgruppen, in einem mehr oder weniger festen Sprachgebrauche, den Hans Sachs mit vielen anderen Schriftstellern gemein hat, begründet ist, sondern vielmehr dem allgemeinen Gebrauche widerspricht und nur auf individueller Nachlässigkeit oder Unachtsamkeit unseres Dichters zu beruhen scheint.

1. In folgenden Fällen könnte vielleicht das anomale Genus des Pronomens aus einer Konfusion des Dichters, einer Verwechslung des normalen Beziehungswortes mit einem anderen erklärt werden: FS. 4, 1—3: *Ain gegent haist Schlauraffen land, . . ., Das liegt drey meyl hinder Weyhnachten* (*Das* kongruiert im Genus mit dem Prädikat *land,* statt sich nach dem Subjekte *gegent* zu richten); 55, 129—30: *(Das gemahel) vint auf ert nicht mer vil trew, Des es sich drőste oder frew* (*Des* steht vielleicht mit Bezug auf *vil*), ähnlich Fsp. 3, 434—6: *Ent werden nemen vil beschwerdt, Des die zwen tayl sint ein anfang, Das nun geweret hat gar lang;* 135, 29—32: *Der pfaff mant es* (das Pferd) *an vnterlas, Noch ging es vmb ain drit nit pas, Hawt in zw leczt an mit den sporen, Da schlůeg es auf hinten vnd foren* [*in* ist trotz des näheren

Beziehungswortes *Pferd* (V. 27) auf das entferntere *Gaul* (V. 26) bezogen]; 227, 17 ff.: *Dieser sachen Pegûend die pfuetsch lawtraisig lachen ... Aus lawter neidigen vntrewen. Der dauber sach sein vntrew list Vnd sprach* etc. (vielleicht bezieht sich *sein* auf *das wasser*, V. 13; Fälle, wo *sein* in reflexivem Sinne auf feminine und pluralische Subjekte sich zurückbezieht, bringt aus der älteren Sprache Kehrein § 107); 228, 7 ff.: *Ains dages dieser wasserflûes ... Wûechs gros vnd aus seim vffer drat. Da es mit gwalt ergrieffen hat Die paid heffen, vnd fûert sie hin Mit starkem flûs nûn vnter in* (*es* ist vielleicht auf die Worte *ains grosen Wassers*, V. 5, bezogen, wenn man darin nicht das unbestimmte, unpersönliche *es* zu sehen hat); 237, 1—2: *Die siebent fabel im andern pûech Des Dichters Esopi das sûech* (*das* vielleicht irrtümlich auf *puech* bezogen); 238, 122—3: *(thetten) Nicht vil von dieser aufrûr sagen, Den die zwen aichhorn hettn anghricht* (bei *den* schwebte dem Dichter wohl ein maskulines, mit *aufrûr* gleichbedeutendes Wort vor); 268, 166 ff.: *Da stirbt erst all leiblikait ab, Pis* (= bis es?) *got entlich erweckt vom dot, Das es den sambt dem gaist mit got Lebt ewig, da im auferwachs Ewige freûd* (trotz des Beziehungswortes *leiblikait* hat der Dichter die Pronomina wohl auf die Worte *flaisch vnd plûet* V. 164 bezogen); 318, 181 ff.: *(Cristus ret) Der weg zûm lebn sey schmal vnd eng, Vnd in get gar ein klaine meng; Aber der hellen stras sey weit, Den get der grôste hauff alzeit* (*Den* bezogen auf *Weg*).

2. Ein paar Mal kommt es bei Hans Sachs vor, dass bei der Anrede trotz Beziehung auf eine Frau ein maskulines Adjektivum gebraucht ist. So z. B. FS. 214, 61—2: *Der edelman der antwort: Lieber, Dw pist vurwar der selbig pieber* (er redet seine Frau an). Hier könnte die Anomalie der Reimnot zuzuschreiben sein. Ähnlich wird aber dasselbe Adjektivum auch im Inneren des Verses gebraucht. So sagt der Pfarrer seiner *kellerin* Fsp. 58, 57: *Margreta, lieber, haicz pas ein* und ib. V. 76: *Ge, lieber, so las in herein.* Diese Stellen müssen wohl daraus erklärt werden und als Beweis dafür dienen, dass die Form *lieber*, als Anredewort gebraucht, nicht mehr deutlich als Maskulinum empfunden wurde, sondern infolge ihrer häufigen Anwendung auf dem Wege war zu einer festen Formel zu erstarren. Viele Fälle von Erstarrung kommen ja auch sonst bei Wörtern vor, die häufig in der Anrede verwendet werden, s. Paul Pr. S. 195. Regelrecht ist dagegen der Ausdruck z. B. Fsp. 66, 46, wo der Krämer seiner Frau zuruft: *Ey, liebe, hôr doch auf zw prûmen.*

Mit den vorhin angeführten Anomalien darf nicht identificiert werden ein Fall wie FS. 312, 119—20, wo der Jüngling die junge Frau so anredet: *Das*

hab ich, mein getrewer pûel, Geleret in ewer zuechtschûel; denn das Substantivum *Buhle*, welches auf beide Geschlechter bezogen werden kann und sowohl Liebhaber als Geliebte bedeutet, nimmt auch in der letzteren Bedeutung das attributive Adjektivum gewöhnlich in maskuliner Form zu sich, s. DWb. unter *Buhle* 2). Ganz dasselbe gilt von dem Worte *Gemahl;* in maskuliner Form kann es auch „vom Weibe einseitig" gebraucht werden, s. DWb. unter *Gemahl* 2), e). Ein Beispiel dieses Gebrauches kommt bei Hans Sachs FS. 357, 72—3 vor; der Schuhmacher spricht da zu seiner Frau: *Ich mich frew, Du ausserwelter Gmahel mein.* Ein Paar analoge Beispiele aus dem Mhd. bei Erdmann-Mensing § 5.

3. Ein merkwürdiger Wechsel des Genus trotz Gleichheit der Beziehung findet sich bei Pronominen FS. 283. Es wird in dem Schwanke erzählt, wie der Müller und die Müllerin, welche sich durch ihre Trunksucht in Schulden und häusliches Elend gestürzt hatten und denen der Rath daher das Trinken verboten hatte, die Vorschrift des Rathes schlau zu umgehen wussten und nachher ihre Völlerei in noch schlimmerer Weise fortsetzten, bis sie sich gänzlich zu Grunde richteten und blutarm wurden. An den Schwank knüpft nun der Dichter wie gewöhnlich seine moralischen Betrachtungen an und sagt (V. 105 ff.): *Wem wol ist mit der Schlemmerey, Schawt auf sein handel nicht darbey, Gibt auch vmb kein ehrlich Freundschafft, Die sie gûtlich anweist vnd strafft, sonder treibt darausz seinen spot, . . . , Auff dasz sie nur zum Prassen kumb, Der musz endtlich zu grundt auch gohn.* Wahrscheinlich ist hier der Wechsel des Genus dadurch veranlasst, dass der Dichter bei der allgemein und abstrakt angefangenen Betrachtung doch den Müller und die Müllerin speciell im Auge hatte. Nichtsdestoweniger bleibt aber der Wechsel auffallend, da das was jetzt in femininem Genus, also wohl mit specieller Beziehung auf die Müllerin, gesagt ist, ebensogut auch vom Müller gilt, und umgekehrt. Daher wäre das einmal eingeschlagene maskuline Genus, als beide persönlichen Geschlechter vertretend, festzuhalten gewesen.

4. In der Person.

§ 30. Wir haben hier nur einige Belege der Erscheinung anzuführen, dass das Pronomen *sich*, in Abhängigkeit von Präpositionen, auch bei Beziehung auf die erste oder die zweite Person gebraucht wird. Dies ist bei Hans Sachs unseres Wissens nur an folgenden Stellen der Fall: FS. 65, 440: *Ich thet ein schray, wich hintersich;* Fsp. 70, 144: *Warûmb schawst so oft hin-*

tersich; FS. 67, 221—2: *Darnach stosens zway holcz in mich Vnd dreiben mich hoch úebersich* (*sich* auf *mich* bezogen). Nach Paul Pr. S. 195 f. haben wir es auch hier mit einer Erstarrung zu thun. Das Bewusstsein der eigentlichen reflexiven Bedeutung des Teiles *sich* ist in den Verbindungen *hintersich, úebersich* verdunkelt. Die Verbindung *hintersich* wird als ein Wort mit der Bedeutung *zurück* aufgefasst; ebenso ist *úebersich* in die Bedeutung *hinauf, in die Höhe* übergegangen. — Dieselbe Erstarrung des *sich* zeigt sich auch in einem Falle wie Fsp. 4, Bühnenbemerkung nach V. 250: *Der mann stest sie* (die Frau) *hinder sich vnd spricht*, wo das Pronomen zwar auf die dritte Person, aber nicht auf das Subjekt des Satzes, sondern auf einen obliquen Kasus (*sie*) sich bezieht. Auch hier bedeutet *hinder sich* nichts als *zurück.*

Anhang.

Weitere Freiheiten bei pronominaler Beziehung.

§ 31. Wir haben hier zunächst die bei Hans Sachs sehr häufig vorkommende Freiheit zu besprechen, dass ein Pronomen sich auf einen Begriff zurückbezieht, der im Vorhergehenden nicht ausgedrückt ist, sondern ergänzt werden muss. Es sind zwei Gruppen von hierher gehörigen Beispielen zu unterscheiden, obgleich die Grenze zwischen beiden nicht genau und scharf aufgezogen werden darf, und man in einigen Fällen zweifelhaft sein kann, zu welcher von den beiden Gruppen sie zu stellen sind.

1. In den allermeisten Fällen findet sich im Vorhergehenden ein bestimmtes Wort, aus dem das fehlende Beziehungswort des Pronomens zu entnehmen ist, und das diesem etymologisch oder wenigstens der Bedeutung nach verwandt ist. In diesen Fällen ist die Anomalie eigentlich als eine Kontamination aufzufassen (vgl. Paul Pr. S. 134): neben dem zur Anwendung gekommenen Worte hat sich dem Dichter ein anderes, verwandtes ins Bewusstsein gedrängt, das er auch hätte verwenden können, und nach diesem richtet sich nun das folgende Pronomen im Numerus und Genus. Zugleich stehen aber diese Fälle in nahem Zusammenhange mit den unten *2.* verzeichneten, in denen an eine Kontamination wohl nicht zu denken ist, und es erscheint uns daher nicht ratsam, jene von diesen zu trennen.

Unter den Beispielen der ersten Gruppe giebt es zunächst ein Paar, in denen neben einem im Vorhergehenden gesetzten Ortsnamen der Name der

Bewohner des Ortes dem Dichter vorgeschwebt und ein folgendes Pronomen beeinflusst hat: Fsp. 47, 1—6: *Ich hab Siciliam, das Reych, Inn meiner Handt gewaltigleich, . . ., Hab jn* (= den Einwohnern) *den dienst zaumb in das maul Geleget* etc.; FS. 381, 7—9: *Pey Rortorff in windischem lant Da ist der prawch ir aller sant, Das kein pawer kein haystadl hat.* Diesen Fällen schliessen sich am nächsten folgende an: FS. 211, 115—18: *Aus dem man wol zv mercken hat, Das haimlich manch dûeckische that Sich in den clôstern het pegeben, Die weil sie auch sint menschen eben* (*sie* = die Mönche), ähnlich ist wohl 293, 33—5: *So hett das Kloster nichts mehr zessen, Bat, jr mit Speisz nit zuuergessen, Sie woltn für jhn thun jhr Gebet* (mit *jr* und *Sie* sind wohl nicht nur die V. 31 genannten *frembden Brûder*, sondern alle Mönche im Kloster gemeint), vgl. noch Fsp. 8, 59—60: *Du ghörst allein ins Frawenzimmer. Bey den hastu dein wonung immer;* 50, 58—9: *So geh ich in ein andern krom, Der meines geltes ist gleych fro* (*Der* = der Krämer); FS. 39, 67—9: *Do erhub sich ein grosses schlagen Am kugelplatz; die wurden jagen Einander her* (*die* = die Kugelnden); noch sei hier erwähnt 147, 120—124: *Vnd als er eben fuer da hin An als gefer fuer einen tancz, Da er sach solch selczam cramancz . . ., Auch wie einander sie vmbfingen* (*Sie* = die Tanzenden); Fsp. 24, 132—5: *(Ich) ging gleich hin auff das Richthausz, . . ., Dacht, da wirt wert sein ich Warheyt. Der Schrifft vnd red einfeltig warn* (Subjekt zu *warn:* die Leute im Richthaus). Aus einem Adjektivum ist ein verwandtes Substantivum als Beziehungswort eines folgenden Pronomens zu entnehmen FS. 23, 35—7: *(saget on) Wie menschlich natur wer so arck, . . ., Mit recht vnd vnrecht, wie er môcht* (*er* = der Mensch); 182, 54—6: *Ich . . . hab vernûmen Von aim jûedischen rabi . . ., Es ste geschriebn in irm dalmûet* (*irm* = der Juden). Ebenso aus einem substantivierten oder einem verbalen Infinitiv in folgenden Fällen: FS. 30, 101—2: *Wiewol ich liegens hab kein ehr, Trôst ich mich doch, jr sind viel mehr* (*jr* = der Lügner); Fsp. 1, 139—41: *Hetten . . . viel zeit vertrieben In rechtem hoch getrewen lieben, Die zwischen in wurt gar verkert* (*die* = die Liebe); 27, 209—12: *Ich wolt . . . nit bleiben, Het ich mich nicht jung thun verweiben. Die er mir jetzt drey Iar anhangen Thet* (*Die* = das Weib); 39, 242—5: *das selbig wil ich thon Vnd ernstlich schreiben meinem Son, . . ., Das mein Son wol darinn erfert, Das* etc. (*darinn* = in dem Schreiben); hierher gehört wohl auch Fsp. 8, 208—10: *Du must auch wagen dich (versthe!), Zu schwimmen vbern Bodensee. Des Kûnheit wird vergessen nimmer* (*des* wohl = dessen, der über den B. schwimmt, des Schwimmers); vgl. noch FS. 324, 101 ff.: *Kain forhen alt Est, . . .! Het* (= ihr hättet) *wol ain monat dron zv kewen. . . . Die gret würden im pauch in stechen, Das im der*

wanst drob möcht auf prechen (*in* = denjenigen, der sie essen würde). — Ähnliche Beispiele wie die oben verzeichneten bringt aus verschiedenen Sprachen Paul a. a. O., vgl. auch Gr. § 394.

Häufig sind bei Hans Sachs namentlich die Fälle, wo das Beziehungswort eines neutralen Pronomens in analoger Weise aus dem Vorhergehenden zu ergänzen ist. So FS. 16, 38—9: *Weyl jr mich fressen secht so vngern, So mus jchs nemen, wo ichs findt* (s = *es* = das Essen); 48, 149—50: *Da můgens zu fues traben Vnd essen, wenn sis haben* (s = *es* = das Essen), ähnlich noch 196, 1—4; 244, 119—22; vgl. 140, 50—51: *(ein koch) speist die lewt; Morgen is* (= ist es) *lauter dreck vnd kote* (*es* = das, was die Leute gespeist haben); FS. 17, 19—20: *Seh hin vnd füll auch deinen hals, Weil du es must erlauffen als* (*es* = das, womit du den Hals füllst); — 23, 17—18: *Der geytzig gar nit wünschen wolt, Da es yhm halbes werden solt* (*es* = das Gewünschte); 86, 176—7: *Den ich auf sein hochzeit můest claiden. Das hat er pey eim wirt verseczt* (*Das* = was ich ihm zur Kleidung gab); 216, 7—8: *Vnd pey der nacht sie darzw stalen Vnd das* (Gestohlene) *in dem painhaůs verhalen*, ähnlich 317, 87: *Wer stilt vnd das nit wider geit;* 269, 48—51: *(Alexander würt) sie fürwicz prieffnascher nennen, Auch recht vnůecze sorgentrager Vnd haimlicher hendel nachfrager, Das uebel anstůnd aim hoffmon* (*das* = zu naschen, zu tragen, zu fragen), vgl. FS. 10, 23—6: *Die mich . . . beklagt, Ich sey ein buler, wie sie sagt. Vnd ob ich gleych dasselbig* (= buhlen) *thu, So bringt sie mich doch selb darzu;* — 290, 134 ff.: *Zum andren nem darbey bericht Ein Mann, der lehren wil ein Kunst, Dasz ers nicht fasz mit blawen dunst, Von hören sagen oder zusehen, Wie das sey von eim Künstner gschehen* (*das* = das, was er lernen will); 374, 37—9: *(die dollen) in der schnůer vmlaůffen Mit feyren, spillen, fressn vnd sawffen. Das in hilft ir schlepsack verzeren* (*das* = was sie verspielen und versaufen); 381, 69—71: *(Dolhopff) Sein nachtpaůrn vm den wolff ansprechn det, Welchen sein pock gefangen het. Der Haincz Krőpel woltz* (= wollte es) *nit thon* (*es* = das, um welches der andere gebeten hatte), vgl. 133, 78—9: *Ir bgert an Ehren mich zu schmehen; Thet ichs, so liest jr mich in schand* (s = *es* = was ihr begehrt); endlich ist hier noch anzuführen Fsp. 56, 31 ff., wo die Mutter ihrer Tochter den Mann der letzteren lobt und sagt: *Von dem hast du Ehr vnde Gut* und die Tochter antwortet: *Hab aber weder freud noch muth, . . ., Darumb hab ich mich vmb thun schawen Nach eim Bulen, der solchs vermag* (*solchs* = freud vnd muth zu schaffen).

Wie in den obigen Fällen lässt sich das Neutrum des Pronomens vielleicht auch in den folgenden erklären, die sich von jenen dadurch unterscheiden, dass

hier im Vorhergehenden ein bestimmtes Substantivum da ist, auf welches das Pronomen sich beziehen sollte, mit dem es aber im Genus, bisweilen auch im Numerus, nicht übereinstimmt. Statt nach jenem Substantivum richtet sich das Pronomen wohl auch hier nach einem nicht ausgedrückten Begriff, der sich, wie in den oben verzeichneten Fällen, aus dem Vorhergehenden leicht ergänzen lässt. Die von uns hier gemeinten Stellen sind folgende: FS. 53, 43—7: *(dieser karge) Seins reichtůms nicht genůsse, In eingrůeb vnd peschlůsse, Ersparet es eim andren, . . . Der ander es vertemet* (*es* = das, worin sein Reichtum bestand; das was er hatte), ähnlich 233, 99—101: *Der doch sůechet in seim reichtůmb Weder hochmůet, stolz oder růmb, Erkent, das ims got hat gegeben;* FS. 54, 83—4: *So macht wir mit einander frit. Wie lang es wert, das wais ich nit* (*es* = das, was wir zustande gebracht haben), regelrecht dagegen Fsp. 3, 423—4: *Also beschlossen wardt der fryt. Wie lang er werdt, das waysz ich nit; —* 129, 65—6: *Der leit vnd dreget alle půert Gedůlticlich, wo das her růert* (*das* = was er leidet); 153, 28—9: *Zw ainer geselschaft ich kam, Das ain gůet gsel dem andren pracht* (*das* etwa = was dabei geboten, getrunken wurde, o. ä.); 240, 51—3: *Der text ist die warheit, Wie das haben vor langer zeit Die alten kaiser gestelet wol* (*das* = was im Texte steht); 249, 111—12: *(die drey) thetten ir werbung ansagen. Das in wurd alles abgeschlagen* (*Das* = das, um welches sie geworben hatten); 308, 1—3: *Ich haw vnd hobel an dem ploch, . . ., idoch Pleibt es doch vngeschlacht vnd grob* (*ploch* ist Maskulinum, s. V. 13; *es* = das, was ich daraus machen will); 312, 34—6: *O fraw, erzelt die ding! Es sey so schwer es imer wőll, Es doch fon mir geschehen sőll* (*Es* = das, was ihr erzählt, meint); Fsp. 8, 343—4: *So ring dein Standt vnd handel sey, Ist es ehrlich, so bleib darbey* (*es* = das was du treibst, o. ä.); 41, 255 ff.: *Er* (der Ingwer) *hat mirs maul so gar verbittert, . . ., Solt ich ein Dieb mein lebtag bleiben, So wils nit nein, es musz als weck* (*es* = was ich im Maul habe); vgl. noch Fsp. 34, 40—41: *Das du Kůe vnd Sew ausz thust lasen, Das es zeytlich auff die waidt kumb* (*es* gesetzt als ob im Vorhergehenden *das Vich* für *Kůe vnd Sew* gesagt wäre [1]).

2. Während in den Beispielen der ersten Gruppe das Beziehungswort des Pronomens aus einem verwandten Worte oder aus mehreren Worten zu entnehmen war, haben wir hier als zweite Gruppe eine Anzahl von Fällen

[1]) Mit diesen Fällen dürfen diejenigen nicht verwechselt werden, in denen ein *es* oder *das* sich auf den Inhalt eines vorhergehenden Satzes bezieht, z. B. FS. 30, 189—90: *Durch mich die warheit wirt verkehrt, wo es mir thut ein nutzung tragen* (*es* = die W. zu verkehren); Fsp. 8, 253—4: *Ich rhat, Iüngling, greiff zu der Ehe! Dasselb ist ehrlich, recht vnd Göttlich* (*Dasselb* = zur E. zu greifen)

zusammenzustellen, in denen das zu ergänzende Beziehungswort aus der Situation hervorgeht, durch den ganzen Zusammenhang nahe gelegt wird. Wenn es z. B. FS. 61, 7—10 vom *münich Zwiffel* heisst: *Am suntag frue sein predig macht, Er het ein kostlich hailtům pracht, Ein federn von sant Gabriel, Die wolt er zw drost irer sel Nach mitag zaigen zw der non*, so ist ohne Weiteres klar, dass mit *ihrer* die Zuhörer gemeint sind. FS. 67, wo die Rosshaut dem Dichter erzählt, was sie alles zu leiden hatte, während sie noch als Pferd einem Wagenmann diente, sagt sie V. 77—80: *Vnd wen der wagen thet peston, So schlueg yn vns der wagenmon, Als wolt er vns zw dote schlagen. Oft warffen wir gar vmb den wagen;* hier beziehen sich die Pronomina *vns* und *wir* auf das redende Pferd und seinen Kameraden im Zweigespann, der in der Erzählung sonst nicht genannt ist. Etwas weiter erzählt die Rosshaut, wie ein Bauer, der sie kaufen möchte, dabei sehr feilscht; dann heisst es V. 230—31: *Wen sie des kawfs den ainig wern, So* etc. (*sie* = Käufer und Verkäufer). FS. 86 sagt die eine Nachbarin der anderen, indem sie beim Rocken über ihre Männer und ihre Nachbarschaft schwatzen (V. 17—19): *Ich sech warlich meinen mon Nit gern in das selb hawse gon. Sie het ein pős geschray vor jaren* (*Sie* = die Frau jenes Hauses). Auch in folgenden Fällen, wo dem Pronomen ein Beziehungswort fehlt, ist die Beziehung desselben aus der Situation klar: 136, 53—5: *Die schmidin ghorsam wůrt hernach, Nit mer in den kalender sach, Im fert versaget kainen zůege* (*Im* = ihrem Manne); 356, 81 ff.: *Ausz dem ein jung Gesel sol lehren, Wenn er wil heyraten . . ., So treib er nicht vil Bulerey, Sie . . . darmit zu petriegen* (*Sie* = die Frau); 361, 101—2: *Da er sein Pferd noch fand im Stall. Darob sie lachten allzumal* (*Sie* = die Anwesenden); Fsp. 1, 158—9: *Sie* (die rechte Liebe) *wont jm stets in treuen bey Vnd gieng bisz in den todt mit jm* (*jm* = dem Geliebten); ib. 210—214: *das geschicht offt wol, Das lieb durch vnglück wirt verfürt, . . . Iedoch die Lieb sie leren kan, Das sie durch list kumen daruan* (*sie* = die Liebenden), ähnlich ib. 226—8; — Fsp. 5, 236—9: *Ein vmbfange erfrewd mich basz, Denn so in dir steck ein Weinfasz. Ir augenblick vnd roter mund Mich basz erfrewt, denn tausent pfund* (*Ir* = des Weibes).

Was von der Beziehung des Pronomens in den eben verzeichneten Fällen gesagt wurde, dasselbe gilt von der Beziehung des Adverbiums *so* Fsp. 57, 280—82; der junge Mann, den die Kupplerin gebeten hat, er möchte mit ihr zu einer schönen Frau kommen, die nach seiner Liebe verlange, antwortet da: *Wenn sie mein zukunfft thut erfrewen, . . ., Wil ich nit so vnfreundlich seyn.* Das *so* bezieht sich hier auf den unausgesprochenen, aber aus der Situation leicht hervorgehenden Gedanken: *das ich nicht zu ihr käme.*

In diesem Zusammenhange haben wir noch eine Stelle zu besprechen, wo das fehlende Beziehungswort eines Pronomens aus der Situation nicht hervorgeht und die uns infolgedessen unklar bleibt. Sie findet sich FS. 70, 155 ff., wo es heisst: *wer hayratten wôll, Der selbig . . . Den eling stant nach gottes ler Anfach . . .*, *Wie den der jûng Thobias thet, Der von dem dot auch wûrt ereth, Der vor waren erwûrget sieben.* Hier ist *Der* offenbar Genit. Plur., als partitiver Genitiv von *sieben* abhängig; der Bedeutung nach kann es ebensogut relativ als demonstrativ sein. Das Pronomen ist gesetzt, als ob eine bestimmte Bezeichnung der Personen vorherginge, zu denen der *Thobias* gehörte und von denen sieben erwürgt wurden. Da diese Bezeichnung fehlt, bleibt es unklar, was es für Personen waren. — Eine Analogie zu der letzterwähnten Stelle bietet die folgende, wo das Beziehungswort eines Adjektivums fehlt, ohne dass es aus dem Vorhergehenden ergänzt werden kann. Es sind die Verse Fsp. 5, 449 ff., wo der Richter die drei streitenden Brüder: den Buhler, den Spieler und den Trinker, so anredet: *Du, Buler, hast ein bôsen handel, Vnd du, Spiler, gelcichst diesen, . . ., Doch du, Trincker, der aller grôst Vnd ausz vil vrsachen der bôst.* Auch hier setzt das Adjektivum *grôst* im Vorhergehenden ein Substantivum voraus, welches bei *grôst* wieder anklingen würde und zu welchem das Adjektivum als Attribut gesetzt wäre. Ein derartiges Substantivum steht aber im Vorhergehenden nicht da.

§ 32. Eine zweite Eigentümlichkeit im Gebrauche der Pronomina, die wir hier zu erwähnen haben, ist die Beziehung eines Pronomens dritter Person auf ein erst im Folgenden genanntes Substantivum. Nur ganz vereinzelt kommt diese Erscheinung bei Hans Sachs vor. Wir haben nur ein Paar sichere Beispiele: Fsp. 40, 262—3: *Sos* (= so sie) *mich bringt an Thennen, Thut mich die Kôchin Iunckherr nennen* (= Wenn die Köchin mich bringt . . ., nennt sie mich . . .); FS. 290, 116—19: *Weisz doch nicht, ob mir war vnd recht Der Zigeuner hat zugesagt, Weil jederman sonst ob jn klagt, Wie ali Zigeuner liegen gern* (= jedermann klagt über die Zigeuner, wie sie lügen). Wahrscheinlich gehört hierher noch FS. 103, 42—3: *(der jûnckher) Nach ir freûntschafft . . . schicken det Vnd zaigt in an der frawen dûeck* (= schickte nach den Freunden der Frau und zeigte ihnen ihre T. an), doch ist hier die Beziehung von *ir* auch aus der Situation klar.

Mhd. Beispiele der Beziehung eines Pronomens auf ein folgendes Substantivum giebt Paul Gr. § 219 Anm.

§ 33. Es erübrigt uns noch, eine Reihe von Fällen hier anzuführen, in denen ein Pronomen dritter Person mit wechselnder Beziehung gebraucht ist,

und dadurch die Deutlichkeit und Übersichtlichkeit des Zusammenhanges mehr oder weniger gestört wird. Wie im Mhd. (s. Paul Gr. § 219) findet sich diese Erscheinung auch bei Hans Sachs recht häufig. Beispiele: FS. 91, 7—10: *Der pfarer das dem pfleger clagt Vnd den pauren gar hart versagt, Wie er so vngehorsam wer. Pald nach dem pawren schicket er* (nicht der Pfarrer, sondern der Pfleger); 94, 26—30: *Nach dem thet er* (der Bader) *sein laszeug zücken, . . ., Schlueg mit eim westfelischen hamen. Als im* (dem Bauer) *das plůt entging alsamen, Da* etc.; 102, 27 ff: *Ein münch sas vnd hört peicht darnach; Zw dem drat der stůdent vnd sprach: . . . Als nůn ein weib gepeichtet gar, Da wincket er* (der Mönch) *dem fischer dar. Vnd sprach* etc.; 119, 21—2: *Als er* (der Gevatter) *nůn nit ablies, Sein weib er* (der Ehemann) *von im sties;* 128, 35—7: *Wen sie* (Jäger und Hunde) *den also wern gefangen, Als ůebel, vor an in* (den Hasen) *pegangen, Möcht man volkůmlich an in* (den Jägern u. den Hunden) *rechen;* 145, 53—5: *Mit dem ent der nachtpaůr sein clag. . . . an dem andren tag Kam sein* (des Ehemannes) *schwager, thet in auch klagen;* 184, 40—44: *Der arczt sagt, das selb er nit kůnt, Er* (der Bauer) *wolt den diese marter leiden, Das er im lies . . . heraůs tůn sein magen, Das er* (der Arzt) *im den fegt;* 224, 24—6: *Als aber der fuechs von dem raben Also sam dottlich wart gesehen, Da wolt er* (der Rabe) *dem grůnd recht nach spehen;* 228, 101—2: (der Arme) *Mag auch leicht thůn ain krůmen drit, So verschůet er sein* (des Reichen) *freuntschaft mit;* 323, 134 ff.: *So fint man doch manch fawlen lawrn, Der in* (den ehrlichen Mann) *haimlichen feindet on, Der im* (dem *lawrn*) *doch nie kain laid hat thon . . ., Der (lawr) wirt im* (dem Ehrlichen) *neidisch vberaůs; Sein glueck pringt im* (dem *lawrn*) *grosz vngedůeld;* 383, 18—20: *Dem* (Schäfer) *solt er* (der Kauffmann) *ein sackpfewffen kaůffen. Dem* (K.) *gab er* (S.) *darzv ainen daler, Das er* (K.) *wer der sackpfewffen zaler.*

Den durch unsere Beispiele belegten Wechsel der Beziehung hervorzurufen, hat wohl auch der Umstand mit beigetragen, dass der Gebrauch der Pronomina *dieser* und *jener*, durch den in Fällen wie die oben verzeichneten die Undeutlichkeit heutzutage oft vermieden werden kann, Hans Sachs noch nicht geläufig zu sein scheint. Doch finden sich schon Ansätze dazu, vgl. FS. 160, 59—60: *Wan sos* (so es) *ainr ainem pracht albegen, Sprach jener* etc.; Fsp. 81, 315 ff.: *Icz sich ich auch laůffen die zwen. Wir wollen gleich auf halten den, Der also dueckisch laůft voron, Welcher hat den perauben thon, Das jem* (dem räumlich Entfernteren) *das seinig wider werd.*

Auch bei dem persönl. Pron. der zweiten Pers. findet sich einmal ein analoger Wechsel der Beziehung: Fsp. 7, 180 ff. Der Sohn spricht da zu seinem

Vater: *Vatter, setz mich ins Testament* etc.; V. 191 f. sagt er: *Derhalb treibt dich des Geitzes tůck Auf an zahl tausent bőser stůck.* Hier bezieht sich *dich* nicht mehr auf den zuerst angeredeten Vater, sondern auf den dritten Anwesenden, den Bruder. Auf den Leser wirkt dieser Wechsel zunächst störend, da er erst aus dem weiteren Zusammenhange ersieht, zu wem die Worte gerichtet werden; für den Zuschauer war die Stelle nicht undeutlich, da der Redende sich auf der Bühne dem Angesprochenen zuwenden konnte.

Mit dem oben behandelten Wechsel der Beziehung bei demselben Pronomen darf nicht gleichgestellt werden der Wechsel des Subjektswortes und folglich auch des Numerus bei dem das Subjektswort ersetzenden Pronomen, der sich FS. 272, 53—5 findet. Es heisst da: *Den Armen heissen sie ein Bettler Vnd den Reichen ein Wucherer; Den Zinstherrn heist sie einen Iůden.* Der Singular *sie* bezieht sich hier auf die zuletzt V. 47 genannte *Welt*, der Plural auf die im selben Verse mit der Welt identificierten *bösen Zungen.* Derselbe Wechsel noch ib. 63—4: *Den kůhnen nennts* (= nennt sie) *ein Haderkatzen, Den friedling* (sie) *mit dem Hasen fatzen.* Ein ähnlicher Wechsel des Beziehungswortes liegt dem Wechsel des pronominalen Numerus zu Grunde FS. 6, 20 ff.: *Also der Arzt kestiget sie* (die Narren) . . ., *Es wer gleych Alter oder Iunger, Bis er gantz wider sinnig ward* (*er* bezogen auf *Alter oder Iunger*).

II.

Tempora und Modi.

§ 34. Der Gebrauch der Tempusformen des Verbums, wie er bei Hans Sachs vorliegt, giebt von unserem Gesichtspunkte aus betrachtet nicht zu vielen Bemerkungen Anlass. Es kommt für uns zunächst ein unberechtigter Wechsel der Tempora in Betracht, der bei unserem Dichter recht häufig anzutreffen ist.

1. Am zahlreichsten sind die Fälle, wo ein Wechsel zwischen dem Perfekt und dem Imperfekt stattfindet, und dieser Wechsel ist wieder am gewöhnlichsten in Fällen, wo vergangene Begebenheiten erzählt werden, sei es dass der Dichter selbst erzählt, oder jemanden erzählen lässt. Nur einige Beispiele mögen hier Platz finden. FS. 203, 74—6: *Nach dem das mawl hat hoch erhaben Sein schenckel vnd schlůeg mit pegiren Den wolff frey miten an das hiren;* 228, 10—11: *Da es mit gwalt ergrieffen hat Die paid heffen, vnd fůert sie hin;* 229, 10—12: *Da hat er aüs hochmůet gewůnnen Ein lůest, schwang sich herůnder dieff;* 240, 15—16: *Der gůet můelner gefolget hat, Schickt sein sůn hin gen Yngolstat;* 271, 26—8: *(der graff) Ist also gen Haidelperg kůmen ... Vnd zaigt dem kuchenmaister an, Wie* etc.; ib. 82—3: *Das hat der fůerst mit frewd vernůmen, Stůnd auf vom disch;* ib. 88—9: *Den der fůerst gnediclich entpfing Vnd hat im lob vnd danck gesagt*, ähnliche Fälle noch z. B. 283, 41—4; 284, 77—8; 293, 70—71; — vgl. FS. 7, 106—7: *Er sprach: Wenn ich das trieben hab, So pfiff sie mich an wie ein atter.* Ein Beispiel desselben Wechsels aus dem 16. Jh. bei Erdmann § 148, vgl. auch Matthias S. 368 f. Wie aus unseren Beispielen hervorgeht, ist der Tempuswechsel hier nicht in einem verschiedenen Verhältnisse der zwei Handlungen zum Zeitpunkte der Erzählung begründet. Die Zeitverhältnisse sind vielmehr für beide Verba gleich, und für beide hätte folglich das-

selbe Tempus beibehalten werden sollen. Der Wechsel lässt sich am wahrscheinlichsten daraus erklären, dass dem Dichter aus seiner Mundart, die wohl wie die süddeutschen überhaupt das Imperfektum verloren hatte (vgl. Wunderlich Sb. S. 48), nur das Perfektum als Tempus der Erzählung geläufig war, und das Imperfektum sich daneben aus der litterarischen Tradition ihm aufdrängte. Ausserdem ist zu beachten, dass in sämmtlichen oben angeführten Beispielen entweder eine von den beiden Tempusformen oder wenigstens ein Bestandteil der zusammengesetzten Form im Reime steht, und beim Wechsel also auch der Reimzwang als mitwirkender Faktor berücksichtigt werden muss. — Auch in Sätzen, die keine Erzählung enthalten, kommt obwohl seltener, der Wechsel zwischen Perfekt und Imperfekt vor. So z. B. FS. 374, 80—84: *(Die weil sie nit wolln) eweiber nemen, . . ., In dem heilligen stant der ee, Welichen hat verornet got In dem anfang vnd den gepot,* wo eine von den Tempusformen im Reime steht, vgl. 315, 89—90: *Er sprach: Fůer den ich hab Das mal zalt vnd zwen paczen gab.*

2. Nur ganz vereinzelt findet sich bei Hans Sachs ein Wechsel zwischen dem Praesens historicum und dem Imperfektum innerhalb desselben Satzes. Wir haben nur die zwei folgenden Beispiele bemerkt. Im Reime steht eine von den Verbalformen FS. 134, 12—13: *Als die pewrin den münich sicht, Sprach sie* etc.; beide ausserhalb des Reimes 244, 19—21: *Als er ging durch ein holczweg her, so sicht er, wie ein groser per Herauser aus eim gstrewse schloff.* Moderne Beispiele desselben Wechsels bei Matthias S. 368. — Durch den Reimzwang ist wieder der Wechsel zwischen Praesens und Imperfektum an folgender Stelle veranlasst, die hier auch Platz finden mag, obwohl das Praesens nicht das historische ist. Wir meinen Fsp. 77, 85—6, wo der Spitzbube von sich selbst sagt: (ich) *Oft aim ab schwais klaider vnd gelt Vnd im gar drucken schůer vnd strelt.*

§ 35. Sehr selten ist bei Hans Sachs auch die dem Tempuswechsel gerade entgegengesetzte Erscheinung, die Attraktion oder Angleichung der Tempora. Eine solche liegt vor z. B. FS. 136, 43—7, wo der Schmied zu seiner Frau spricht: *Die weil ir mir die elich pflicht . . . wolt laisten nicht, Das ir von mir pliebt vnfermeiligt, Weil ir so rain wart vnd geheilligt, Můes ich mit meczen halten haůse.* Dem logischen Verhältnisse würde hier *seid* statt *wart* entsprechen; die Form *wart* steht wohl infolge einer Angleichung an das Praeteritum *pliebt.* Ausser dieser Stelle ist hier unseres Wissens nur noch zu erwähnen FS. 354, 75—7: *(Nůn versuech) Ob dw von im auch möchst erfarn, Das er dir hie det offenparn, Wie es der Wassergöttin ging,* wo *ging*

statt *gehe* gesetzt ist; hier kommt jedoch, bei der Erklärung der Anomalie, neben der Attraktion an *möchst* und *det* auch der Reimzwang (Reim auf *aller ding*) mit in Betracht.

§ 36. Sonstige Abweichungen von der normalen Anwendung der Tempusformen haben wir an folgenden Stellen bemerkt: FS. 199, 75—6: *Da wirt sich den verlauffen er, Das wir nit wissen, wo er wer* (statt *sei*); 333, 220—222: *(die welt) Dûet den narren mit kolben lawsen, Welche all ding wöllen erfarn, Darzv sie nit geadelt warn* (statt *sind*); Fsp. 4, 475 ff.: *Hewer will ich vnuerheyrat bleyben, Das ich nit ... müst auch den ölgötzen tragen, Das ich würd ausz dem hausz geschlagen, Dardurch ich in schand vnd vnglück kumb* (statt *käme*). *Gott bhût euch alle vmb vnnd vmb.* In diesen Fällen ist die Inkorrektheit offenbar als ein Zugeständnis an den Reim aufzufassen; es giebt aber noch einige hierher gehörige Fälle, wo sie ausserhalb des Einflusses der Reimnot steht. So FS. 146, 91—4: *(Die alten pfaffen) Haben ir horas vnd gebet So lang getrieben ..., Das sie es als künden* (statt *können*) *auswendig, Dürffen kainer prillen peyhendig.* Während man sich hier als Ursache zur Setzung des Imperfektums eine Kontamination des *Das*-Satzes mit einem *bis*-Satze denken kann, ersieht man in den folgenden Fällen nicht, wodurch der Dichter zu der Abweichung von dem normalen Tempusgebrauche veranlasst worden ist: FS. 211, 4—6: *Nün het* (statt *hat*) *sich auf einmal pegeben ..., das sie die fladen geweicht habent* (*het* vielleicht nur Schreib- oder Druckfehler für *hat*); 218, 1—2: *Es ligt ain stat in welschem lant, Die selb Pistoya war* (statt *ist*) *genant* (die Stadt hatte wohl zur Zeit der Erzählung ihren Namen nicht verändert); 252, 94—8: [*verküend* (Imperat.)] *Es werd hinemen in die süend Vnd werd des dewffels gspenst vertreiben, Auch kund* (statt *könne*) *kain dewffel darpey pleiben, Auch küm es den dotten zv gůet.*

§ 37. Auch bei Betrachtung des Modusgebrauches bei Hans Sachs haben wir vor allem eine Reihe von Fällen zu besprechen, welche einen unberechtigten oder unbegründeten Wechsel der Modi aufweisen. Von zwei Verben, welche beide denselben Modus — entweder beide den Indikativ oder beide den Konjunktiv — annehmen sollten, weil sie Handlungen bezeichnen, deren Verhältnis zur Wirklichkeit dasselbe ist, steht bei Hans Sachs sehr oft das eine im Konjunktiv, das andere im Indikativ. Gewöhnlich findet sich dieser Wechsel in zwei koordinierten Gliedern eines Nebensatzes. In den meisten Fällen ist der Dichter offenbar durch den Reimzwang zu der Inkorrektheit veranlasst worden, doch tritt sie nicht selten auch vom Reime unabhängig auf, in Fällen,

wo sie nur auf Nachlässigkeit des Dichters oder auf dem Unvermögen beruht, für gleiche Modalitätsverhältnisse die gleiche Ausdrucksform konsequent beizubehalten.

1. In Relativsätzen kommt der oben angegebene Moduswechsel z. B. an folgenden Stellen vor (ein Paar hierher gehörige Beispiele aus dem Mhd. bei Paul Gr. § 358 und 365). Im Reime: FS. 205, 82—6: *Die fliegen zaigt vns an ain mon ..., der im mûesigang Rûmrettig vnd vernascht vmbrang* (= umprange), *Wil im selb machn ain grosen namen, Ist doch nichs wert von seinem stamen;* 317, 177 ff.: *Also ist noch zv preissen ser Ein man, der hofflich schwenck fûer ker ..., Mit vernunft straffen kan ain ding, Das nit schmach, schand, noch schaden pring;* 363, 29—31: *(schem dich, Dasz du) Vmbgehst mit der Ehbrecherey, Das dir doch also schendlich sey, Vnd dein Gwissen mit ist beschwert;* vgl. FS. 58, 113—16: *Der gleichen ich auch nichs gehôr; Wer sich gleich gegen mich entpôr, Mich straffet, schendet oder schmecht, Dem wird ich feint, gieb im vnrecht;* 221, 113—14: *Dargegen wer die warheit sag, Der welt ir wesen gibt an tag, Der ist* etc.; 225, 103—6: *Dargegen wer im muesigang Sein prot an all arbeit entpfang ..., Vnd ist vnnûecz menschen vnd got* (Nachsatz beginnt erst V. 114); s. auch FS. 11, 39—40: *Mit all dem, was man nennen mag, Dem ein man oblig nacht vnd tag.* Ausserhalb des Einflusses der Reimnot steht der Wechsel z. B. FS. 222, 81—3: *Wo er auch hab ainen gesellen, Der vil verhaisz vnd thûet sich stelen, Als ob er sey der trew Eckhart;* 229, 87—91: *kein mensch ist so arm vnd ring, Der auch nit ... Ein mechting ... kûen schaden, ..., Sein verachtûng an im mag rechen;* hierher gehört wohl auch 226, 112—14: *(Es ist) Kain giftiger sewch, den wolûest, Der den menschen schmaychlet verderbet, In wendig ausawg vnd ersterbet,* wenn nicht *Der* hier das Demonstrativum ist und einen selbständigen Satz eröffnet. Unsicher bleibt auch Fsp. 50, 305—11: *Ich glaub, er hab gehabt ein muht, Wie einer, der da sey gelegen In dieffem Wasser ..., Vnd lest gleych ... fusz vnd handt Fallen, vnde thut vnter sincken ... vnd thut ertrincken;* möglicherweise hat der Dichter auch hier die Worte *Vnd lest* etc. als einen neuen selbständigen Satz und nicht mehr als zum Relativsatze gehörig gefasst. Unklar ist ferner folgende Stelle: FS. 205, 111 ff.: *Die amais aber vns dewt on Ein ... arbeitsamen mon, Der sich neret mit arbeit hart, Der er mit allem fleis auswart, Dar mit sich, weib vnd kind erner, Von seiner arbeit messig zeer In der jugent vnd spart hin hinter* etc.; durch die Reimnot sind hier die Konjunktive *erner* und *zeer* nicht hervorgerufen, denn die Indikative *ernert* und *zeert* hätten ja ebensogut einen passenden Reim abgegeben; wahrscheinlich liegt eine Kontamination des Rela-

tivsatzes mit einem Finalsatze vor; regelrecht ist der Ausdruck an einer parallelen Stelle FS. 225, 89—94: *Pey dieser fabel mercken sol Ein arbeitsam man . . ., Das er sich frew in seinem stant, Wo er gewint mit seiner hant, Darmit sich, weib vnd kind ernert Vnd fein gleich mesig darfon zert.*

2. In *dass*-Sätzen findet sich der Moduswechsel z. B. 224, 62—3: *Das* (= sodass) *er oft mit dem hals pehecht, Vmb leib, er, guet vnd leben kúmb* (: *widerúmb*); 225, 106—9: *(Wer) ist vnnúecz menschen vnd got, Das sein nimant genewset mer, Sunder das er nur pras vnd zer Vnd seinem nechsten lebt zv schaden* (Nachsatz erst V. 114); 317, 177 ff.: *Also ist noch zv preissen ser Ein man, der . . . Mit vernunft straffen kan ain ding, Das* (= dass es) *nit schmach, schand, noch schaden pring, Sünder dem nechsten raichen mag Zv pessrung;* 338, 132—4: *(nem die neún pfund) Das mir die sünd vergeben werd, Vnd mein acker kúm aus dem pan, Vnd mir gůet arbeis tragen kan;* Fsp. 65, 261—3: *Das idermon mit wert peweist, Vnd das dw ein eprecher seist Vnd hast ein panckhart zv eim sún;* 66, 136—7: *Ich halt, das er etwan vmb lendel* (: *hendel*), *Sicht die hannen einander peissen.* Ebenso im Inneren des Verses z. B. Fsp. 24, 310—11: *Das lúg vnd arglist der geleichen Ausztrieben wirt vnd nem ein endt,* wenn hier nicht *wirt* vielleicht eine mundartliche Konjunktivform für *werd'* ist.

3. In abhängigen Fragesätzen findet sich derselbe Wechsel der Modi z. B. FS. 361, 41—3: *Der Kauffer glaubt jm an der stat, Fragt, ob es* (das Ross) *sonst kein mangel hat, Ob es wer der vier Wandel frey;* Fsp. 69, 209—10: *(Ich wil) hören in der stil, Was sie doch pit, peger vnd wil;* 85, 246—7: *Doch wil ich fragen in der nech, Von wan er sey vnd was er kon* (: *person*). Ein ähnliches mhd. Beispiel bei Paul Gr. § 363. Wahrscheinlich gehört hierher auch FS. 5, 87: *(Sag) Von wann du kumpst vnd wer du seyst* (: *feyst*), doch ist es ja nicht unmöglich, in *kumpst* eine Konjunktivform zu ersehen.

4. Derselbe Wechsel in Konditionalsätzen z. B. FS. 281, 43—5: *Das ist: So ein Fraw in der Eh Heimlich der Bulerey nachgeh, Henckt sich bey andren Gsellen an;* unabhängig von dem Einflusse des Reimzwanges z. B. 245, 72 ff.: *Wan wen dw gedenckst, das . . ., Vnd so ich pedecht gleicher masen An . . ., So múg wir . . . nit mer hon Zv ainander gueten vertrawen.* Unsicher bleibt Fsp. 75, 74—6: *Wie wen wir in den feyel steln, Den auf vnsern danczplacz verheln, Vnd danczeten selber darúmb,* wo die Formen *steln* und *verheln* sowohl Indikative als Konjunktive, sowohl Präsentia als Präterita Konjunktivi (= *stählen, verhählen*) sein können. In diesem Zusammenhange sei noch folgende Stelle besprochen: FS. 90, 64 ff., wo der Fuchs

dem Löwen, der ihn auf seiner Wallfahrt nach Rom begleiten will, folgende Antwort giebt: *Dw pist ein kůng ob allen Thieren vnd thuest dein ding mit gwalt, Peschedigst paide jůng vnd alt. So imant dich darob wil dempfen, Thůestw mit gwalte důrchin kempfen Vnd list mich in den prenten stecken.* Der Satz *list ... stecken* bildet den Nachsatz nicht zu dem vorangehenden *So*-Satze, sondern zu einem unausgesprochenen Gedanken, etwa: *wenn uns auf der Fahrt was derartiges begegnen sollte.* Der Konjunktiv *list* ist somit berechtigt, und die Freiheit besteht hier nur darin, dass der Satz *list* etc. sich unmittelbar an das Vorangehende anschliesst, ohne dass der Übergang aus dem allgemeinen Inhalt der vorhergehenden Periode in den speziellen der Fortsetzung durch einen Zwischensatz vermittelt wäre.

5. Recht häufig begegnet man bei Hans Sachs dem Wechsel zwischen Indikativ und Konjunktiv auch in Nebensätzen, die eine indirekte Anführung enthalten. Im Reime steht der eine Modus Fsp. 46, 78—80: *Es hat mich wol bedacht, es sey Mein weib mit einr schalcksheut vbrzogen Vnd hat mich mit dem Wein betrogen.* Unabhängig vom Reime ist der Wechsel z. B. FS. 116, 10—11: *Sprich, es sey dir dein sennen prochen Vnd sind dir zwen pölcz worden zschossen;* 385, 33 ff.: *Zum andern thut der Poet kund Ein Weib hab die art von dem Hund: Wie derselbig thut bellen gern, Kőnn sie desz schweigens nit entbern, Erfehrt geren vil newer zeit Vnd verschweig wenig heimligkeit;* Fsp. 5, 247—9: *Weil von Huren sagt Salomon, Ir lefftz sey Hőnig sůsz vnd gut, Wird endtlich bitter wie Wermut* (Vielleicht *Wird* = *werd'*); Fsp. 70, 76—7: *Ich psorg, wir drey sint hart vermelt, Man wert vns lenger mer nach steln;* vgl. noch Fsp. 49, 67—8: *(Salomon spricht) Wo ein solch bősz Weyb hab ein Mann* (Subj.), *So helt er gleych ein Scorpian.* In einigen Fällen kann man zweifelhaft sein, ob nur ein Wechsel der Modi in indirekter Rede vorliegt, oder ein Übergang aus indirekter in direkte Rede stattgefunden hat, sodass der indikativische Satz nicht mehr indirekte Anführung enthält, sondern eigene Gedanken des Dichters oder der von ihm redend eingeführten Person zum Ausdruck bringt. Wenn es z. B. FS. 345, 77 ff. heisst: *(die chalten solen petrachten) Der truegner wert nicht lenger geben, ..., Vnd wird im auch ... nichs guecz vertrawen,* so sind die Worte *Vnd wird* etc. vielleicht nicht mehr als zum Gedankengang der *chalten* gehörig, sondern als eigene Bemerkung des Dichters zu nehmen. Ebenso, wenn Fsp. 7, 71—3 der Vater zu seinem Sohne spricht: *Epimenides sagt gar fein, Das Gelt dem Geitzigen sey ein pein, Dem milden aber ists ein zier,* so enthält der letzte Satz vielleicht nicht mehr einen Gedanken des E. sondern einen des Vaters. Ein Übergang aus indirekter in direkte Rede ist vielleicht anzunehmen auch Fsp. 7, 187—90:

Paulus verkúnd, Geitz sey ein wurtzel aller sünd, Vnd wer sucht reychtumb grosz vnd dick, Der felt in Versuchung vnd strick. Ein Übergang aus direkter in indirekte Rede liegt vielleicht vor FS. 30, 85—8, wo der Lügner sagt: *(Ich) kan fein artlich darzu dichten: Ich hab dieses vnd jhenes gsehen, Bey mein zeyten ist das geschehen, Ich sey gewesen dort vnd da.*

6. In sonstigen koordinierten Nebensätzen findet sich der Moduswechsel noch z. B. 195, 86—7: *Wie hart man in straff vnd pewart* (: *art*), *So singt er doch sein alte weis;* 375, 76—8: *Pis sie schant, kranckheit vnd armüet Vberfelt, vnd als vngelüeck Sie gar hartselig vnter drüeck.*

§ 38. In hypothetischen Perioden stimmt nicht nur bei Hans Sachs sondern auch in der Sprache überhaupt der Modus des Nebensatzes in der Regel mit dem des Hauptsatzes überein, vgl. Erdmann § 159 und 186. Doch kann in der älteren Sprache der Konjunktiv — entweder Praesentis oder Praeteriti — im Nebensatze auch bei indikativischem Hauptsatze stehen; Beispiele aus den verschiedenen Sprachperioden bis ins Mhd. hinein giebt Erdmann § 187, vgl. auch Paul Gr. § 359 Anm. 1. Auch bei Hans Sachs kommt Konjunktivus Praeteriti im Nebensatze, Praesens Indikativi im Hauptsatze zuweilen vor: Fsp. 5, 193—4: *Der Hencker sol dein lohner sein, Wo dich das alt Gsetz thet erdappen;* 36, 248—51: *wenn jr jn gleich jetzund Thet schinden, Brennen oder hencken, Nimpt bald endt der Schmertz an seim Leib;* 42, 100—101: *was wird denn sein mein lahn, Wenn ich jm hülff des Eyffers ab.* Hierher ist auch zu stellen Fsp. 79, 42—3: *Dw waist, der ambtman nembt das wandel, Wo dw anfingest ainen hader;* denn in *nembt* hat man nichts anderes zu ersehen, als eine Form des Praesens Indikativi ohne Übergang des *e* in *i*, vgl. z. B. FS. 250, 81—2: *Mit solchem vnornlichem wandel So nembt ab sein gewerb vnd handel;* Fsp. 15, 254—6: *Da fint man manchen follen zapffen, Der oft kaum die stuptüer kan dreffen; Oft nempt im üebert hant die heffen.* Nur im Reime haben wir einmal das Praesens Konjunktivi im Nebensatze bei Praesens Indikativi im Hauptsatze gefunden: Fsp. 42, 244—5: *Lasz schawen, wenn er auffwachn wer* (= *werde*, Reim auf *schwer*) *In der Presaun, was wirt er jehen.* Aber nicht nur Konjunktiv im Nebensatze bei indikativischem Hauptsatze findet sich bei Hans Sachs in hypothetischen Perioden, sondern es steht ein paar Mal auch umgekehrt der Indikativ (Praesens) im Nebensatze, der Konjunktiv (Praeteritum) im Hauptsatze, und zwar nicht nur in einem Falle wie Fsp. 35, 191—2: *Hilfft euch Gott wider her, Des euch ein freundtlich antwort wer,* wo die Reimnot mit im Spiele ist, sondern auch unabhängig vom Einflusse des Reimes, vgl. Fsp. 11, 119—21:

Wo du denn wirst zu lang verharrn, ..., So wurdens (= würden sie) *dir den Bauch auffreysen;* 37, 323—5: *Bhelt mein segen den Teuffel dausz ..., So vnterkem er vil vngmachs.* Ähnliche Fälle sind uns aus anderen Quellen nicht bekannt. — Von den zuletzt angeführten Belegen wohl zu trennen ist ein Fall wie FS. 316, 101—3: *Vnd wen der has ain ganczes jar In dem garten gewesen war, Het er nicht so vil schadens thon,* wo der Indikativ zur Bezeichnung eines Falles gebraucht ist, dessen Nichtübereinstimmung mit der Wirklichkeit dem Redenden bewusst war. Ähnliche Konstruktionen kommen seit dem Mhd. vor, s. Erdmann § 159. Als Ursache zur Setzung des Indikativs hat man sich an unserer Stelle allerdings nicht so sehr das Bestreben, dem Ausdruck eine besondere Färbung zu verleihen, als vielmehr den Reimzwang zu denken.

§ 39. Die dem Moduswechsel gerade entgegengesetzte Erscheinung, die Angleichung des Modus, die darin besteht, dass das Verbum in Sätzen, welche von einem konjunktivischen oder imperativischen Satze abhangen, auch in den Konjunktiv tritt, trotzdem der Inhalt des Satzes nicht als nichtwirklich dargestellt werden sollte, ist in der älteren Sprache recht häufig anzutreffen und findet sich auch im Nhd. nicht selten, vgl. ausser Erdmann § 197 noch Paul Pr. S. 262 a. E. und Gr. § 358, Matthias S. 379. Auch bei Hans Sachs lässt sie sich ziemlich oft belegen. Gewöhnlich hat sie auch eine Angleichung des Tempus des Nebensatzes an das des Hauptsatzes zur Folge. Ausser den Fällen FS. 54, 143—4: *Also went sůes vnd sauers fůer, Wie einem piderman gepůer* (statt: *gebührt*); 119, 55—8: *Wen man ... Gleich alle weiber schlůeg, Die auf der erden weren* (statt: *sind*), *Wolt ich nit mer pegeren* etc.; Fsp. 41, 293—4: *West sie erst, das sin Bachen het* (statt: *hat*), *Die Hellisch martr sie mir ahn thet,* wo der Einfluss des Reimzwanges mit zu berücksichtigen ist, haben wir noch folgende Belegstellen hier zu verzeichnen: FS. 8, 97—8: *West er, als ich, was du thest* (statt: *thust*) *treibn, Kein stund liesz er im hausz dich bleibn;* 54, 135 ff.: *Wo sie plieb aber aigenwillig, Nicht handlet, das wer* (statt: *ist*) *gleich vnd pillich, ..., So magstw* etc.; 186, 50—51: *Vnd wen ich mein kwe het verlorn, So schwůer ich doch, die kůe wer* (statt: *ist*) *mein;* 196, 118—19: *Ich wolt wetten, das dw hest* (statt: *hast*) *sider Kaům zehen groser paům vmb gschlagen;* Fsp. 40, 366—7: *Hett ich gwist, dass ich hett gfůhrt* (statt: *führte*) *den Fossen, Ich hett jn all stiegn eingestossen;* 57, 108—11: *Ach, sol ich kein warzeichen han, Das ich jhr möge zeygen disz, Dasz sie sey ewer lieb gewisz, Nach der sie so hitzig sey* (statt: *ist*) *ringen;* 82, 296—8: *Het ich gemercket recht vnd eben, Das ich dir nit het dinet* (statt: *diente*) *mit, Ia wol, ich het dich gschlagen nit.*

§ 40. Während wir oben ein Eindringen des Konjunktivs in Sätze, in die er logisch nicht hingehört, konstatiert haben, sind hier noch einige Fälle zu erwähnen, wo der Indikativ in Sätzen steht, in welchen logisch der Konjunktiv am Platze wäre. Die Reimnot ist an der Anomalie schuld in folgenden Fällen: FS. 3, 1—3: *Ein Mausz bey eynem Wasser sasz, Gar geren sie hinüber was* (statt: *wäre*) *Geschwummen an das ander ort;* 355, 33—4: *Mein knecht der hat gemacht ain stras, Drauf man die sew austreiben was* (statt: *wäre* = austreiben könnte); Fsp. 65, 209—10: *(Ich) darff doch der geleich nit thon, Sam ich ain grollen auf in hon* (Praes. Indik. statt: *hätte*). Ausserdem gehören hierher nur noch folgende Stellen: FS. 48, 158—9: *Sie sindt* (statt: *seien*) *alt oder kranck, Müssens mit mir Faulentzen* (sowohl bei Hans Sachs, vgl. z. B. FS. 195, 81, als in der Sprache überhaupt, s. Erdmann § 184 f., steht in einräumenden Sätzen dieser Art in der Regel der Konjunktiv); 196, 135—6: *Knecht Haincz sie vngekewet schlickt, Das er schir war* (statt: *wäre*) *daran erstickt.*

III.

Nominalformen des Verbums.

A. Infinitiv.

§ 41. An den meisten Stellen, wo wir bei Hans Sachs eine Inkorrektheit im Gebrauche des Infinitivs angetroffen haben, besteht diese darin, dass ein Infinitiv + *zu* mit unsicherer und zweideutiger Beziehung gebraucht wird, sodass man über das Subjekt desselben nicht sofort im Klaren ist. Dies ist der Fehler, welcher auch in der heutigen Sprache bei dem Gebrauche des Infinitivs + *zu* am häufigsten begangen wird, vgl. Matthias S. 338 ff.

1. Unter den Fällen dieser Art heben wir zunächst diejenigen heraus, in welchen dem Infinitiv ein Anlehnungspunkt im übergeordneten Satze überhaupt fehlt und er zu einem Begriffe in Beziehung steht, der im übergeordneten Satze gar nicht ausgesprochen ist, während die Konstruktion doch zunächst den Eindruck erweckt, als ob das Subjekt des letzteren Satzes auch für den Infinitiv gelte. Eine Stelle, wo dies der Fall ist, liegt z. B. FS. 23 vor. Es wird dort erzählt, wie Phoebus, von Jupiter gesandt, auf die Erde herabstieg, um die Güte der Menschen zu erforschen. Er wählte zwei Männer aus, von denen der eine geizig, der andere voller Neid war, und sagte zu ihnen (V. 13 ff.): *Wes yhr begert, Des solt yhr sein von mir gewert; Vnnd was der erst begert für gaben, Das soll der ander zwifach haben.* Der Geizige wollte nun gar nichts wünschen, sondern den ersten Wunsch dem anderen überlassen, damit er selbst das von diesem Gewünschte doppelt erhalten sollte. Diesen seinen Eigennutz merkte der Neidige. *Auff das er* (der Neidige) *sich an yhm* (dem Geizigen) *möcht rechen*, heisst es nun V. 25 ff., *Wünscht er, ein aug jm ausz zu stechen, Auff das der geytzig gar würdt plindt.* Das Pronomen *jm* bezieht sich hier auf das Subjekt des Hauptsatzes, den Neidigen, und als Subjekt des Infinitivs *zu stechen* muss ein unbestimmtes *man* gedacht werden; denn gemeint

ist: er wünschte, dass ihm ein Auge ausgestochen würde, damit der Geizige seine beiden verlieren sollte. Ein anderer hierhergehöriger Fall findet sich FS. 253, 26—7: *Derhalben er gen Rom nein zůg, Solch grobe sůnd im zu vergeben* (= damit diese Sünde ihm vergeben würde). Hierher gehört ferner folgende Stelle: FS. 113, 24—6: *Der man sagt zv ir widerům: Das hais eissen můstw auch dragen, Dein frůmckheit auch mit zw erfragen* (= damit ich erfrage). Endlich lässt sich folgende Stelle am besten hier anschliessen: Fsp. 42, 59—60: *Ach, mein Herr Abt, ich kum auff trawen, Zu raten mir, betrůbten Frawen;* das Subjekt des Infinitivs *zu raten* ist nicht im Subjekte des übergeordneten Satzes, sondern in dem ausserhalb des Satzzusammenhanges stehenden Vokativ *Herr Abt* zu suchen, und es sollte daher korrekt heissen: ich komme, damit ihr mir ratet.

2. Eine zweite Gruppe von nicht korrekten Infinitivkonstruktionen wird von Fällen gebildet, in denen der Leser auf den ersten Blick, wenn auch nur vorübergehend, zweifelhaft sein muss, ob er einen Infinitiv + *zu* auf das Subjekt des übergeordneten Satzes oder auf eine darin enthaltene Dativbestimmung beziehen soll, und erst nachträglich bemerkt, dass die letztere Beziehung die vom Dichter gewollte ist. Dies ist der Fall z. B. Fsp. 78, 171—2: *Soliches alles clag ich dir, O Jupiter, zv helffen mir* (statt: damit du mir helfest). Ähnlich ist wahrscheinlich aufzufassen FS. 51, 92—4: *Solchs wolt wir der grechtikeit clagen, Nicht vnsren diebstal vns zw schencken, Sůnder* etc.; gemeint ist hier wohl: nicht damit sie — die Gerechtigkeit, im Schwanke als Person gedacht — uns unseren Diebstahl vergebe; möglich ist jedoch auch, dass der Dichter den Infinitiv auf kein Glied des übergeordneten Satzes bezogen, sondern ihm ein unbestimmtes *man* als Subjekt gedacht hat, sodass die Konstruktion folgenden Sinn hat: nicht damit uns unser Diebstahl vergeben werde, sondern etc.; dann gehört die Stelle zu der unter *1.* besprochenen Gruppe. — Ferner haben wir hier folgende Stellen zu verzeichnen: FS. 54, 33—5: *(ich) det ir die stockfisch hawt plewen, Zům nechsten sich vor mir zw schewen, Antwort zw geben auf mein frag* (= damit sie sich scheue, damit sie gebe); 107, 27—8: *Die fraw det im zwen marcell schencken, Der sach gen dem jůngling zv dencken* (= damit er denke), vgl. Fsp. 74, 411—13: (ich) *Wil eůr idr ein stueck schamlocz schencken Zv einer schaůbn, nit mer zv dencken Des handels* (= damit ihr nicht mehr gedenkt), ähnliche Fälle noch FS. 112, 24—6; 314, 72—4; — FS. 233, 101—2: *Erkent, das ims got hat gegeben Aus gůnst, auf erd darfan zv leben* (= damit er lebe); 337, 47—8: *Damit er* (der Pfarrer) *in* (den Eulenspiegel) *in die kirchen lies, Vnd lich im seinen korock an, Den pawren ein predig zv thon* (= damit dieser thäte).

3. Eine ähnliche Unklarheit über die Beziehung eines Infinitivs + *zu* wie in den obigen Fällen existiert auch in den folgenden: der Infinitiv bezieht sich nicht, wie man zunächst erwartet, auf das Subjekt des übergeordneten Satzes, sondern auf eine Präpositionsbestimmung. FS. 198, 106—8: *Wen ain Fůnsinger hat hochzeit, Můs er füeren ain füeder erden Auf den krebs, nit ledig zv werden* (= damit dieser, der Krebs, nicht frei werde); 345, 67—71: *Ob in der schalck ... Schon anpewt, etlich gab zv schencken, Sich miltreich gen in thet erzeigen, Von sein posen stůecken zv schweigen* (= damit sie schweigen sollten), *Solens doch nit schweigen darzwe.* In einem Falle wie 337, 104—6: *(Ewlenspiegel) nam die opfer alle on Von den frůmen vnd von den pősen, Gnad vnd ablas von im zv lősen* erleichtert das Pronomen *im*, das sich auf das Subjekt des Hauptsatzes bezieht, die richtige Beziehung des Infinitivs auf die Präpositionsbestimmung. Wieder FS. 310, 47 ff.: *Auch stackn vol all fenster ... Von adel, gschlechtern, man vnd frawen, Dieser kurczweil auch zu zwschawen* verbietet die Bedeutung des Infinitivs, ihn auf das Subjekt des Hauptsatzes zu beziehen, dem man die durch den Infinitiv ausgedrückte Absicht nicht zuschreiben kann. Aber eben darum ist hier der einen Absichtssatz ersetzende Infinitiv + *zu* hart und auffallend. Statt dessen erwartet man mit Recht einen Relativsatz: voll von Männern und Frauen, welche zuschauen wollten. Entsprechend verhält es sich FS. 375, 53—4: *Die sew schiften an* (= ohne) *alle růeder, Das schiff zv laiten her vnd zwůeder* (= womit sie hätten leiten können).

§ 42. Weit seltener als die im vorhergehenden § besprochene Freiheit ist eine andere, die darin besteht, dass ein Infinitiv + *zu* statt eines Objektssatzes mit *dass* nach Verben gebraucht wird, welche eine reine Mittheilung, Wahrnehmung oder Vorstellung bezeichnen. Derartige Beispiele aus der modernen Sprache bei Matthias S. 337. Nur die unten verzeichneten Belege dieses Gebrauches haben wir bei Hans Sachs gefunden. Nicht ganz sicher sind die zwei folgenden: FS. 107, 39, wo es heisst: *(Der jůngling) Sprach, sie fert der lieb zv entlasen* und Fsp. 85, 469—70, wo Esopus sagt: *Mit dieser speis mag ich wol sprechen, Mich an meins herren weib zv rechen;* es ist nämlich vielleicht nicht unmöglich anzunehmen, dass das einfache *sprechen* hier im Sinne von *versprechen* gebraucht ist. In diesen Fällen, wie in allen von Matthias mitgeteilten Beispielen, fällt das Subjekt des Infinitivs mit dem des Hauptsatzes zusammen. Noch schlimmer steht es um den oben angegebenen Gebrauch des Infinitivs + *zu*, wenn dessen Subjekt ein anderes ist, als das des übergeordneten Satzes. Nach einem Verbum wie z. B. *vermuten* kann wohl

der Infinitiv stehen, wenn sein Subjekt mit dem des Hauptverbums identisch ist, z. B. er vermutet, sie gesehen zu haben. Als sprachwidrig muss wohl dagegen eine Fügung wie die folgende bezeichnet werden: FS. 366, 16—17: *Weil bey mir nit ist zuuermuten, Auszubruten vil nůtz vnd gut* (statt: dass ich ausbrüte). Noch undeutscher ist die Konstruktion Fsp. 23, 353—5: *Ach, ich hab in der herberg sein Von seim wirt . . . vernummen, Nit mehr in diese Stadt zu kummen* (statt: dass er nicht mehr kommt), wo vielleicht eine Einwirkung des lateinischen Accusativus cum Infinitivo sich spüren lässt. In einem Falle wie FS. 183, 13—14: *Den pat der pawer vnd thet jehen, Im diesen harmen zv pesehen* ist es unsicher, ob der Infinitiv + *zu* von dem Verbum *pat* oder von *jehen* abhängig ist. Nach den vorhergehenden Beispielen zu urteilen, wäre es vielleicht nicht unmöglich, das letztere anzunehmen. Wahrscheinlicher bleibt jedoch, dass der Dichter den Infinitiv als von *pat* abhängig gedacht und das Verbum *jehen* nur um das Versmaass auszufüllen und des Reimes wegen hinzugefügt hat.

§ 43. Zu den bisher verzeichneten Belegen unzulässiger Infinitivkonstruktionen haben wir nur noch ein paar Stellen hinzuzufügen, wo in auffallender Weise ein Infinitiv ohne *zu* anstatt eines Finalsatzes gebraucht ist. Die eine findet sich FS. 331, 95—6: *Nach dem detten sie paide schweigen, Schnarchten, sich gleich schlaffent erzeigen;* gemeint ist hier offenbar: um sich . . . zu erzeigen, und das *zu* hat der Dichter wohl nur deshalb ausgelassen, weil es metrisch unbequem war, in das Versmaass nicht hineinpasste. Entsprechend scheint aufzufassen zu sein Fsp. 31, 274—6: *So hab ich darfůr seltzam zotten Gerissen mit kurtzweilling sachen, Frölich vnd gutter ding jn machen* (= um ihn fröhlich zu machen); diese Auffassung ist uns wahrscheinlicher als die Annahme, dass der Infinitiv *machen* hier gebraucht sei, um mit dem Hilfsverbum *hab* zusammen das Perfektum zu bilden, d. h. in Analogie mit dem Infinitiv der modalen Hilfsverba, wenn von diesen ein Infinitiv abhängt. Noch eine dritte hierhergehörige Stelle liegt vielleicht Fsp. 16, 74—5 vor, wo es heisst: *Schenck ein par Gůlden vns ins Gloch, Im besten dein darbey gedencken.* Wenn hier *gedencken* ein Infinitiv (= zu gedenken) ist, so bezieht er sich auf den Dativ *vns* des Hauptsatzes (= damit wir gedenken), vgl. oben § 41, *2;* vielleicht kann aber die Form *gedencken* auch als Praesens Indikativi aufgefasst, und das Subjekt dazu (wir) aus dem Dativ *vns* entnommen werden, vgl. Teil I § 13, *1.*

B. Partizip.

§ 44. Es ist der Gebrauch des Partizips als prädikatives Attribut, der für uns hier in Betracht kommt und zu einer Bemerkung Anlass giebt. Wie öfters der Infinitiv, ähnlich wird nämlich von Hans Sachs dann und wann auch das als prädikatives Attribut fungierende Partizip insofern inkorrekt gebraucht, als seine Beziehung nicht sicher und deutlich genug ist. Denselben Gesetzen, welche von der Beziehung des Partizips gelten, unterliegt auch das Adjektiv als prädikatives Attribut, und wir haben im Gebrauch des letzteren auch dieselben Inkorrektheiten zu konstatieren, wie in dem des ersteren, weshalb wir die betreffenden Stellen hier mit anführen werden.

Bekanntlich wurde das prädikative Attribut im Ahd. und im Mhd. in Bezug auf den Kasus mit seinem Beziehungsworte in Übereinstimmung gebracht. Nur bei Beziehung auf einen Nominativ oder Akkusativ kommt auch die unflektierte Form vor, aber auch hier überwiegt die flektierte, s. Erdmann §§ 51, d), 52, d), 64, c) und 65, c). Die Beziehung der Bestimmung war also im Allgemeinen durch die Flexion gesichert und deutlich genug angegeben. Im 16. Jh. (s. Erdmann § 66) trat aber an die Stelle der flektierten Form die unflektierte, und zwar bei Beziehung auf jeden beliebigen Kasus. Der Ausdruck verlor dadurch viel an Bestimmtheit und Deutlichkeit, und bei dem Gebrauch des prädikativen Attributs konnte sehr leicht Zweideutigkeit entstehen. Von den Grammatikern wurde er deshalb verpönt, ausser in Fällen, wo die Bestimmung zum Subjekte des Satzes tritt. In diesen engen Kreis lässt sich, wie Matthias S. 341 ff. gezeigt hat und wie sich jeder leicht selbst überzeugen kann, der berechtigte Gebrauch des prädikativen Attributs jedoch nicht hineinzwängen. „Wo sich überhaupt dem Mittelworte eine Beziehung, ein Anhalt bietet, sei es auch nur ein lockrer und leiser", soll man, nach Matthias (S. 346) das prädikative Attribut gern zugestehen, „wenn nur nicht eine zweite Beziehung auch möglich ist und dadurch nur vorübergehend ein Missverständnis ermöglicht wird".

Es bleibt uns somit hier nur übrig, einige Stellen zu verzeichnen, wo diese letztere Bedingung bei Hans Sachs nicht erfüllt ist, und also beim Gebrauche des prädikativen Partizips oder Adjektivs eine Unklarheit über die Beziehung, eine Zweideutigkeit, wenn auch nur eine leicht vorübergehende, entsteht. Dies ist der Fall z. B. FS. 27, 82—3, wo sich folgende Fügung findet: *Des Esels gneusset jr am basten Lebend; todt ist er euch kein nůtz;* hier bezieht sich das prädikative Attribut *Lebend* nicht auf das Subjekt *jr*, was man zunächst anzunehmen versucht ist und was an sich auch möglich

wäre, sondern auf den Genitiv *des Esels;* wegen seiner Zweideutigkeit hätte das Partizip in einen Nebensatz aufgelöst werden sollen: während er lebt. Aus ganz analogen Gründen ist das prädikative Attribut auch in folgenden Fällen verwerflich: Fsp. 7, 168—9: *Eim anderen Gott geben ist Schlaffent grosz reichtumb durch sein segen* (von den zwei möglichen Beziehungen des Partizips, auf das Subj. *Gott* und auf den Dativ *Eim anderen*, ist die letztere die vom Dichter gewollte; *Schlaffent* = während er schläft); Fsp. 58, 218: *Harr, kumptz* (= kommt sie), *ich wil ir drucken schern* (Beziehung auf *ir; drucken* = obgleich sie trocken ist), ähnlich Fsp. 77, 86: *Vnd im gar drucken schůer vnd strelt* (*drucken* = obgleich er trocken war); — Fsp. 60, 106: *Was hilfft mich dot ir wain vnd clag?* (Beziehung auf *mich; dot* = wenn ich todt bin); Fsp. 69, 299: *Ich wil dich wol plint helffen neren* (Beziehung auf *dich; plint* = da du blind bist); Fsp. 85, Bühnenbemerkung vor V. 469: *Esopus get ein mit dem korblein verdecket vnd spricht haimlich* (Beziehung auf *korblein*, nicht auf *Esopus; verdecket* = das verdeckt ist). — Bedenklich ist die partizipiale Fügung auch Fsp. 5, 213—14: *Von dir wird die gantz nacht durchwacht Inn schrecken, sorg verwickelt gantz.* Man erwartet hier, das Partizip mit seinen Bestimmungen auf das nächste vorhergehende Substantivum *nacht* bezogen zu finden, weil dies mit dem Partizip gleich stark betont ist, „auf gleicher Tonwelle ruht“ (Matthias S. 342). In dieser berechtigten Erwartung wird man jedoch getäuscht. Der logische Sinn der Stelle lässt jene Beziehung nicht zu und zwingt den Leser das Beziehungswort in dem Dativ *dir* zu suchen. Durch seine Bedeutung ist dem Partizip also hier die richtige Beziehung gesichert. Unsicher bleibt dagegen die Beziehung des Particips Fsp. 57, 96—7, wo der *Thumbherr* der alten *Kuppierin* folgenden Befehl giebt: *Sag jr* (der jungen Frau) *zu mein trew; lieb vnd gunst, So vnerkandt.* Möglicherweise könnte sich hier *vnerkandt* auf die betonten Akkusative *trew, lieb, gunst* beziehen, sodass die Stelle folgenden Sinn hätte: sage ihr meine unbekannte Liebe zu; wahrscheinlicher ist es jedoch, dass hier das Subjekt des Partizips in dem unbetonten Possessivum *mein* versteckt ist und *vnerkandt* im Sinne von: obgleich ich ihr unbekannt bin zu nehmen ist.

IV.

Kontamination.

§ 45. Die Kontamination, die Mischung oder Vermengung zweier synonymen Ausdrucksweisen (s. Paul Pr. S. 132), ist eine Freiheit, die bei Hans Sachs, wie in ungezwungener, lebhafter Sprache des mündlichen Verkehrs überhaupt, recht häufig auftritt. Wir haben schon, in anderem Zusammenhange (s. oben § 31, *1*), eine Reihe von Fällen besprochen, denen eine Kontamination zu Grunde liegt. Auch sind wir im Verlaufe unserer Untersuchung schon bei verschiedenen Gelegenheiten auf Konstruktionen gestossen, deren Auffassung als Kontaminationen nicht ausgeschlossen ist, obwohl uns andere Erklärungen wahrscheinlicher waren (s. z. B. Teil I § 78 und § 87, *2.*). Hier stellen wir nun die Fälle zusammen, bei deren Erklärung man, wie uns scheint, in erster Linie an eine Kontamination zu denken hat. Wir unterscheiden nach dem Vorgange Pauls zwischen Fällen, wo die Kontamination mehr oder weniger usuell geworden ist, und solchen, in denen sie nur als eine momentane Anomalie auftritt, und die einzeln und individuell dastehen. Um zunächst die ersteren zu besprechen, so lassen sich dabei von enger unter sich zusammengehörigen Beispielen mehrere grössere oder kleinere Gruppen bilden.

§ 46. Ziemlich oft begegnet man bei Hans Sachs Ausdrücken wie FS. 26, 15—16: *Eins teyls gesellen anderst wu Fürten noch mer Hauszmayd herzu*, wo die Fügung *eins teils gesellen* aus einer nach Paul Pr. S. 134 im Frühnhd. auch sonst gewöhnlichen Kontamination zweier Ausdrücke von den Typen *eorum pars* und *ii partim* zu erklären ist. Zwar die Fälle, wo die zu *teils* gehörige pluralische Bestimmung ausgedrückt ist, sind nicht zahlreich. Ausser dem schon angeführten haben wir nur folgende bemerkt: FS. 55, 93: *ir ains tails sind vngeraten;* 161, 55: *Ains tails knecht wuerffen vbern krais.*

Häufiger sind die entsprechend aufzufassenden Stellen, wo das in der pluralischen Bestimmung liegende eigentliche Subjekt unausgedrückt bleibt und in Gedanken aus dem Vorhergehenden verstanden wird. Dies ist der Fall z. B. FS. 157, 136—9: *Da fielen die hünd allesander In die Thonaw; ain dail ertrúncken, . . . , Ains tails anschwúmen hin vnd dar;* FS. 39, 10—13: *Die Pawren knecht lúffen vnd rungen, . . . , Eins teyls spilten in die Leckuchen;* ebenso 58, 56—8: *Ains tails wie weiber sich aufmúczen, . . . , Ains tails sind wie ziegeúner worn;* 147, 86: *Ains tails detten sich erlich neren*, ähnlich noch z. B. 312, 77, 80; 317, 19.

§ 47. Wenn im Fsp. 64, 71—3 die Frau von ihrem Manne sagt: *Vnd wen er heint stúedfol kumpt haim, Etwan ein ganze stund nach aim, Fecht er oft erst ein hader on*, so hat sich hier, wie die Bestimmungen *heint* und *oft* beweisen, eine spezielle, auf einen konkreten Fall bezügliche Ausdrucksweise mit einer allgemeineren kontaminiert. Ähnlich kann aufgefasst werden 208, 88—9, wo es von dem Basilisken heisst: *All die aber seim gsicht thuen nehen, Die selben dúrch sein gift verdarben;* das Praeteritum *verdarben* kann mit Hinblick auf die empirischen Fälle gesetzt sein, während das Praesens im Relativsatze eine allgemeine, abstrakte Aussage enthält. Doch ist es wahrscheinlicher, dass hier die Ursache zur Setzung des Praeteritums nur in der Reimnot (Reim auf: *varben*) zu suchen ist. Auch 208, 117—20: *Der hewchler abr ist gůet im schein, Kon aber nit pestendig sein, Wo das glueck sich wenden thůet, Wan er war in dem grůnd nit gůet* ist es nicht nötig eine Kontamination anzunehmen. Durch das Praeteritum wird die wirkliche Beschaffenheit des Heuchlers vor dem Wechsel des Glückes angegeben.

§ 48. Aus einer Vermengung einer komparativischen Ausdrucksweise mit einer nichtkomparativischen werden wohl folgende Fälle zu erklären sein, in denen nach einem Satze, der keinen Komparativ enthält, ein *denn* (= als) folgt, als ob ein Komparativ vorherginge: FS. 153, 122—4: *Ob dw gleich einen drůnck nachlast, Ist dir kain schant, sůnder ain er, Den das dw in dich fuellest mer* (der Vers *Den das* etc. ist hinzugefügt, als ob im Vorhergehenden gesagt wäre: *sondern viel eher eine Ehre*); 168, 161—5: *Das nimant so palt sol gelaůben, . . . , Den so weit greuffen mag sein hant Vnd so weit sein awg sehen thw* (das *Den* deutet auf eine vorangegangene Fügung wie: *niemand soll mehr glauben*); vgl. noch Fsp. 39, 275—6: *Ich zweiffel nit bey meinem eydt, Denn ich sey jr der liebst auff erdt* (das *Denn* setzt im Vorhergehenden eine Konstruktion wie etwa: *nichts ist mir zweifelloser* voraus).

§ 49. Eine Kontamination zweier Konstruktionsweisen desselben Verbums liegt wohl in folgenden Fällen vor: Fsp. 31, 148—149: *Kumb, das ich dich berichten thu Alle fürschleg in disen sachen* (aus: *dich berichten aller f.* und *dir berichten alle f.*); Fsp. 70, 51—2: *(Drumb wil ich) nit lenger darpey verziehen, Sünder als vor dem dod in fliehen* (Mischung aus: *vor ihm wie vor dem Tod fliehen* und *ihn wie den Tod fliehen*). In Anschluss an diese Fälle mögen noch folgende hier angeführt werden: Fsp. 18, 89—90: *Mit einer schenck ich dich verehr, Nemlich ein schön newes par schuh* (die Worte *ein — schuh* setzen eine Wendung wie *ich gebe dir ein Geschenk* fort); FS. 165, 72—4: *Weil dw vns mit vngleichen füesen Pegabest, . . ., Die fordern kürczer den die hindern* (Mischung mit: *du machtest unsere Füsse ungleich*).

§ 50. In einem Falle wie Fsp. 20, 39—40: *Mein schultheis, maint ir, ob es döcht, Das ich den rayen füeren möcht?* setzt der mit *ob* eingeleitete Satz ein regierendes Verbum wie etwa *sagen* voraus (Mischung der Gedanken: *meint ihr, dass* etc. und *sagt, ob* etc.), oder die Frage: *meint ihr, dass es d.?* hat sich mit der anderen: *ob es wohl d.?* kontaminiert. Ähnliche Fälle sind Fsp. 66, 198—9: *Mainst nicht, ob der selb pillich det Wie ein esel den korb selb tragen?* 78, 243—4: *Mainst, ob solche petriegerey Nit eben gleich dem wucher sey?*

§ 51. Wenn es Fsp. 41, 105 heisst: *Wer, meinst, ders deinem Weyb wolt sagen?* so hat man es wohl hier mit einer Kontamination der zwei Fragen: *wer, meinst du, wollte es sagen?* und *wer ist, der es sagen wollte?* zu thun. Zu der letzteren Konstruktion vgl. Fälle wie Fsp. 18, 78: *Ich bin die dise kunst wol kan.* Entsprechend verhält es sich FS. 70, 51: *Wer mainst, der sawers pier aüschrey?*

§ 52. Unsicher bleibt es uns, wie man die bei Hans Sachs ziemlich zahlreichen Stellen aufzufassen hat, wo statt des gewöhnlichen *weder — noch* ein *weder — oder* gesetzt ist, z. B. Fsp. 26, 21—3: *Kein ruh ich vor jr haben mag . . . Weder zu beth oder zu Tisch;* ib. 230—231: *Nun ich wil schweigen vnd gedencken Keins weibs, weder gut oder bösz.* Vielleicht wäre es nicht unmöglich anzunehmen, dass man es auch hier mit einer Kontamination zu thun hat, und z. B. im ersteren Falle die Fügung *Weder zu beth oder zu Tisch* eine Mischung aus *zu Bett oder zu Tisch* und *weder zu Bett noch zu Tisch* darstellt. Möglich ist wohl aber auch, dass *weder — oder* hier, wie mhd. in Nebensätzen nach negativem Hauptsatze (s. Paul Gr. § 316, Anm.),

gebraucht ist um anzugeben, dass die vorhergehende Negation *(kein)* für die beiden parallelisierten Glieder gilt. Dieselbe Rolle könnte vielleicht im folgenden Falle *weder — und* haben: Fsp. 18, 11—12: *Dieweil mag ich nit frölich werden Weder mit worten vnd geberden.* Doch ist *weder — und* einmal auch ohne vorhergehende Negation gebraucht: Fsp. 30, 375—7: *Da Crassus all seiner reichtumb Hat weder ehr, Lob, Preysz vnd Rumb, Sonder nur feindtschafft.* Wie die Fügung hier zu erklären ist, wissen wir nicht.

§ 53. Nicht selten finden sich bei Hans Sachs Stellen, wo ein der Form nach positiver Ausdruck, der einen negativen Sinn hat, sich mit einem auch formell negativen Ausdruck kontaminiert hat. So FS. 22, 41—4: *Ein weyser man der lehr hie bey, Das er sich hůt vor schmeychlerey, Sonder er red mit seinem mund Getrewlich seines hertzen grund* (*Sonder* ist gesetzt, als ob statt *sich hůt vor schmeychlerey* etwa gesagt wäre: *dass er nicht Schmeichlerei übe*), ähnlich FS. 25, 8—9: *Der Eülen paysz wil ich geraten, Sunder wil haym zu weyb vnd kinden* (Mischung mit: *die Eulenjagd will ich nicht treiben* oder dergl.); 325, 11—12: *Des benediczte aůch vergis, Sůnder zuck den loffel vnd is* (Mischung mit: *kümmre dich nicht um das b.*); 352, 126—128: *(Das wir) Aus rat des gemuecz vns entzihen Alles, was der vernůnft wider sey, Sůnder handlen aufrichtig frey* (Mischung mit: *dass wir ... nichts thun, was* etc.); vgl. noch 153, 43—4: *Mainstw, das selb sey dir ain er? Sůnder es ist ain schant vil mer* (*Sůnder* ist gesetzt, weil die vorhergehende Frage dem Sinne nach gleichwertig ist mit *es ist dir keine Ehre*); 313, 169—71: *Der mag ein piderman wol lachen, Vil pas, den der gleich faczwerck machen, Sunder handelt vil lieber allzeit* etc. (auch hier steht *Sunder,* weil der vorhergehende Satz gleichwertig ist mit: *doch mag er der gleich faczwerck nicht machen*). Ähnliche Inkorrektheiten, wie die bisher belegten, kommen auch in der modernen Sprache vor, s. Matthias S. 299. Ausser den oben angeführten Fällen gehören in diesen Zusammenhang noch Fsp. 1, 76: *Was schad noch bschwerdt kem euch daruan?* (Mischung aus: *Was s. oder b. kem euch?* und: *Weder s. noch b. kem euch*); 31, 35—6: *Vngescheydn sein wir alle beyd Weder in lieb oder in leid* (*Weder — oder* deutet auf eine vorhergegangene selbständig ausgedrückte Negation, eine Wendung wie etwa: *wir wollen nicht scheiden;* regelrecht ist der Ausdruck Fsp. 31, 183: *In lieb vnd leid wolst sein vngschiden*); 47, 240—241: *Ich bin vnsicher tag vnd nacht Beyde zu Tisch oder zu peht* (Mischung aus: *vnsicher beyde zu T. und zu p.* und *nicht sicher weder zu T. oder zu p.*).

§ 54. Eine pleonastische Negation neben einem Infinitiv, der von einem dem Sinne nach negativen Verbum abhängt, haben wir nur an folgender Stelle bemerkt: Fsp. 73, 44—5: *Der purgermaister hewt verpot Nichs zu sagen*, vgl. die ähnlichen Goethe und Lessing entnommenen Beispiele bei Paul Pr. S. 139. Nach einem an sich positiven, aber negierten Ausdruck steht im abhängigen Satze eine pleonastische Negation ausser an der von Paul a. a. O. citierten Stelle (Fsp. 1, 262—3) noch z. B. Fsp. 15, 30: *Ich wais nit, wer dein gens noch enten Sind*

§ 55. Von sonstigen Pleonasmen, die auf Kontamination beruhen, ist vor allem zu erwähnen der bei Hans Sachs sehr häufige Gebrauch von *wie dass* zur Einleitung von Objektsätzen[1]) (vgl. *als wie* zur Einleitung von Komparativsätzen, s. Paul Pr. S. 137) z. B. FS. 174, b, 18: *(man saget) Wie das sie mügen zechen wol;* 351, 89—90: *(ich) Vermaint, wie das in nach den stücken Thet in sein puckel also jücken* und ähnlich oft; vgl. noch z. B. 302, 1 ff.: *Avianus beschreibt ein Fabel, . . ., Wie dasz vier Ochssen . . . Giengen auff einer Wisen grün.* Ausserdem haben wir hier nur noch folgende Fälle zu verzeichnen: Fsp. 30, 33—4: *Vnd je mehr vnd du frümmer wirst, Ie grösser Reichthum du regierst* (Mischung aus: *je mehr du fromm wirst* und *je frommer du wirst;* ähnliche Beispiele bringt aus verschiedenen Sprachen Paul Pr. S. 137 f.); FS. 127, 1—3: *Es sind drey frölich dot auf erden, . . ., Doch hat ir ider dot ein stück* (entweder *ir ider* oder *ider dot* wäre schon genug); vgl. 198, 44—5: *Wais aber nit ob noch het er Sein kopff gehabt hat oder nit;* Fsp. 53, 92—4: *Wenn jn* (den Wein) *Sant Iohans vnd selb Gott Des selben soltn ein viertl trinckn, Sie müsten vnter den Tisch sincken* (der Pleonasmus liegt in dem Nebeneinander von *jn* und *Des selben ein viertl*).

§ 56. In Fällen wie FS. 104, 13—15: *Ains dages sie haimlichen fragt Den ain stüdenten, das er sagt, Was er doch geren essen wolt* beruht wohl die Konstruktion auf einer Kontamination der zwei Ausdrucksweisen: *sie fragte, was er essen wollte* und *sie bat, dass er sagte, was er essen wollte.* Derartige Konstruktionen sind bei Hans Sachs ziemlich oft anzutreffen, z. B. FS. 66, —3: *Als ich in meiner jugent fraget Ein alten, das er mir doch saget, Was schadens kem aus drunckenheit, . . ., Er antwort* etc.; FS. 188, 59—61: *Zv morgens thet sie aber fragen Ir mait, das sie ir auch solt sagen, Was . . .;* 212, 1—3: *Ains tages ich ain alten fragt . . ., das er mir sagt, Warümb* etc.;

[1]) Nicht zu verwechseln mit *wie dass* in direkten Fragen, worüber s. Teil I. § 74.

324, 16 ff.: *Vil nötiger wer vns zv fragen, . . ., Das vns von eüch würt declarirt . . ., Welch speisse auch geferlich wer;* ähnliche Fälle noch 195, 1—4; 213, 1—4; 251, 1—3; 252, 19—21. Entsprechend ist aufzufassen 348, 9—10: *Den selbigen thet ainer fragen, . . ., im zv sagen, Wie* etc. (Mischung aus: *fragte ihn, wie* etc. und *bat ihn zu sagen, wie* etc.), ein ganz ähnlicher Fall ist Fsp. 73, 348—9: *Fragt mich mein mueter ir zv sagen, Was* etc. Aus einer ähnlichen Kontamination erklärt sich wohl der Ausdruck auch an folgenden Stellen: FS. 272, 35—6: *(ich) Gieng vnd fragt einen Weysen Man, Desz Traumbs verstandt zu zeygen an* (kontaminiert aus: *fragte nach des T. verst.* und *bat, des T. verst. zu zeigen an*), vgl. 368, 41—2: *Ich trat hinzu vnd thet ein fragen, Vrsach jrs lachens mir zu sagen*, ausserdem Fsp. 77, 149—50: *Den wirt der pawer pittn vnd fragen, Die farb des hosduchs vns zv sagen.* Die beiden der Kontamination zu Grunde liegenden Verba *fragen* und *bitten* sind nebeneinander zum Ausdruck gelangt auch FS. 143, 1—3: *Eins tags fragt ich ein glerten mon, Pat in, er solt mir zaigen on, Wie* etc.; 144, 1—3: *Eins abentz mich ain lanczknecht fragt, Pat mich ser, dass ich im doch sagt, Wem ein lanczknecht am gleichsten wer;* 321, 1—4: *Ein Landfarer den thet ich fragen Vnd bat jhn ser, er solt mir sagen Von den Landen hin vnde her, Was in jedem besonders wer.* Endlich ist hier noch folgende den oben angeführten nahe stehende Stelle anzuführen: FS. 305, 82—4: *Als die im Wildbad wolten baden, Baten sie mich, vnd wissen wolten, Wie sie im Bad sich halten solten* (Mischung aus: *baten mich zu sagen, wie* etc. und *wollten wissen, wie* etc.).

§ 57. Recht häufig kommt bei Hans Sachs die auch im Mhd. (s. Paul Gr. § 387) und bei Luther [s. Franke § 348, 1 a)] gewöhnliche Kontamination vor, welche darin besteht, dass einem Verbum, von dem ein *dass*-Satz oder ein Fragesatz als Objekt abhängig ist, ausserdem ein Glied dieses Satzes als nominales Objekt beigegeben wird. Beispiele dieser Erscheinung auch bei Paul Pr. S. 135.

1. Am zahlreichsten sind die Fälle, wo das nominale Objekt des regierenden Verbums im abhängigen Satze als Subjekt auftritt. So in *dass*-Sätzen z. B. FS. 23, 28—9: *Als Phebus hört die bösen kindt, Das yglicher nur sucht das sein*, beim selben regierenden Verbum noch 327, 70—71: *Wan er hört sein gevatern wol, Das er aúfstúnd vnd fluchet seer;* — 198, 38: *(die pawern) Kenten in, das es war Lindl Dopff*, bei *kennen* noch z. B. 214, 107—8: *Das man dich kenn zu aller frist, Das dw ain loser schweczer pist*, ähnlich 333, 65—6; Fsp. 5, 363—4; vgl. noch FS. 311, 69—70: *Er kennet sein man dúrch*

ain zaůn, Das der knecht het ain pösen laůn (*sein man* und *der knecht* beziehen sich auf dieselbe Person); — FS. 211, 24—5: *Vnd als er sach den schůeler knaben, Das er im het gewent den růeck;* vgl. 152, 35—8: *als er stünd am marck, Ersach er ainen pueben arck . . ., Wie das der warff mit stainen schwind;* Fsp. 38, 115—16: *Da schaw mein rechte hand, Das sie ist glat vnd vnuerprant.* Zu dieser Gruppe gehören auch noch folgende Fälle, die sich von den oben verzeichneten nur dadurch unterscheiden, dass das (logische) Objekt des regierenden Verbums nicht im Akkusativ steht: FS. 248, 102—3: *(der perckrichter) Wundert des potten vberaůs, Das er het die zway hůner gnůmen;* Fsp. 7, 94—5: *In jener welt wirst dich mein frewen, Das ichs also zusammen spar;* FS. 223, 29—31: *Dieser Satirůs thet erparmen Sich ueber den verlassen armen, Das er solt in dem schne erfriern;* Fsp. 35, 264—5: *Mein lebtag sie mich rewen thut, Das ein solch jung blut sol verderben* (das logische Objekt *sie* des regierenden Verbums und das Subjekt des abhängigen Satzes *ein jung blut* beziehen sich auf dieselbe Person).

Wie in den bisherigen Beispielen das Subjekt eines *dass*-Satzes, so wird in den folgenden das eines Fragesatzes zu dem regierenden Verbum als Objekt gefügt: FS. 76, 24—5: *Auf das dich iderman můs kennen, Wie dw dein ee prachest vor langst;* 130, 1—2: *Wer hie fůrgeh, der schaw mich an, Was ich fůr ein Wahr hie fail han;* 178, 63—4: *Die Gest sahen mich alle an, Was ich wer fůr ein Gőckelman;* 195, 60—61: *Also ider engel verspricht Sein menschen, wie er fůert sein leben;* Fsp. 45, 140: *Mein Tochter, nenn jn, wer er sey;* 62, 406: *Dw merckst mich leicht wol, was ich mein;* 69, 116: *Nůn merckt ir mich wol, wie ichs main;* vgl. noch FS. 1, 76—7: *Aber ich hab ir nit gefunnen, Was die dritt kolschwartz schőn mag sein.*

2. Weit seltener als die Beispiele der unter *1.* besprochenen Art sind die Fälle, wo das nominale Objekt des regierenden Verbums auch im abhängigen Satze als Objekt fungiert. Wir können nur folgende Stellen anführen, an denen allen der abhängige Satz ein *dass*-Satz ist: FS. 173, 32—3: *Als sie ein mal der pfleger sach, Das er so uebel hielt sein gais* (*sie*, Akkusat. Sing., bezieht sich auf *sein gais*); 182, 94—5: *Wen sie was gert von irem mon, Das er ir etwas kawffen sol;* vgl. noch Fsp. 10, 12—13: *Dein bin ich in meim hertzen fro, Das ich dich hin gefunden hab.*

3. Vereinzelt kommen auch Fälle vor, wo das Objekt des regierenden Verbums im abhängigen Satze eine andere Funktion hat als die des Subjekts oder des Objekts. Als Dativbestimmung steht es FS. 219, 26—7: *Nach dem sach ich Bachům allein, Das im die gallen vberloff;* 320, 114—15: *Man kent in ein dem ganczen land, Das im kain mensch nichs gůetz nach sag;* vgl. auch FS. 58,

109—10: *Mich selb ich auch nicht sehen kan, Was übel oder wol ist stan* (gemeint ist wohl: *was mir ü. oder w. steht*, obgleich das *mir* unausgedrückt geblieben ist). Ein im Objektssatze von einer Präposition abhängiges Wort ist zum regierenden Verbum als Objekt gefügt FS. 226, 56—7: *Das dw dich selber kennest nit, Wie geferlich es um dich ste*, vgl. 373, 74—6: *Dardurch man het kúnen hinein Sehen sein hercz, gemüet vnd sin, Was er verporgen het darin.* Schliesslich ist noch anzuführen FS. 373, 118—20: *Ein mensch sich selb erkennen sol, Was fuer pegirde vnd affect In wendig in seim herzen steck*, wo das dem Possessivum des abhängigen Satzes entsprechende Reflexivum zum regierenden Verbum als Objekt gestellt ist.

§ 58. Eine Kontamination liegt wohl auch an folgender Stelle dem Ausdruck zu Grunde: FS. 195, 106—9: *Vil mer sol . . . Ein Crist, mit gottes gaist pefewcht* (108) *Vnd mit gotes wort ist erlewcht, Dótten alle seine wolúest.* Es hat hier den Anschein, als ob die Worte *mit gotes wort ist erlewcht* den letzteren von zwei koordinierten Relativsätzen bildeten, die das Prädikatsverbum mit einander gemein hätten. Es ist in V. 108 fortgefahren, als ob in V. 107 ein Relativsatz begonnen, als ob statt *mit gotes gaist pefewcht* gesagt wäre: *der mit Gottes Geist* etc. Ein ganz ähnlicher Fall findet sich noch 236, 76 ff.: *Wo ein stat, folck oder gancz lant Hat herschaft oder fúersten guetig, . . ., Weis, fursichtig im regiment, Gueter ordnúng an allem ent, Des gemeinen núcz geflisen sind* (*guetig, weis, fursichtig* = die gütig, weise etc. sind). Ähnlich sind auch die zwei folgenden Stellen, nur dass das Verbum den Sätzen nicht gemein ist: 354, 1—2: *Philoxenús, der alt poet, Kúnstreich, doch gar kein reichtúm het, War pey kúng Dionisio* (*Kúnstreich* = der k. war); 329, 99—101: *Den halt ich icz in meiner kost In meim haus vor húnger vnd frost, Schwach, alt nit mer arbeiten mag* (= Den, der schwach und alt ist und nicht mehr arbeiten kann, halte ich etc.). Mit einem prädikativen Attribute ist in all diesen Fällen ein Satz koordiniert, als dessen Subjekt derselbe Begriff fungiert, auf welchen sich das prädikative Attribut bezieht. In entsprechender Weise sind wohl auch die folgenden Fälle aufzufassen, obwohl in dem Satze die Wortfolge hier eine andere ist, als in den obigen Beispielen: FS. 52, 36—8: *(Der Pfaff die hant) wider heraus risse Kotig pis vbert knüebel Vnd stanck gar leichnam vebel* (= riss heraus die Hand, die kotig war und übel stank); 101, 2—3: *Der het ein weib, schón vber mas, War doch an iren eren stet* (= die schön, aber dabei ehrbar war); 317, 112—14: *Darin schopfet ain groses rad Ein wasser kotig vnd vnfletig, Gancz trúeb, vnd schmecket gar vndetig* (= das kotig etc. war und . . .); Fsp. 35, 327—9: *Ach, was wolt ewr Vest mit jr than, So*

kranck, vnd hat auch woren ahn All jr Erb mit der Ertzeney (= die so krank ist und . . .). Diese Koordination eines Satzes mit einer Bestimmung ist natürlich dadurch möglich geworden und daraus zu erklären, dass die Bestimmung, das prädikative Attribut, dieselbe Funktion und Bedeutung hat wie ein Relativsatz, und mit einem solchen gleichwertig ist.

Diese Funktionsgleichheit existiert aber auch zwischen einem Relativsatze und einer Apposition, welche ihrem Hauptworte nachfolgt. Aus dieser Funktionsgleichheit erklärt sich wohl eine Fügung wie die folgende: Fsp. 2. Überschrift: *2. Fasznacht spiel, Das Hoffgesindt Veneris, vnnd hat XIII. Person.* Der mit *vnnd* angeknüpfte Satz setzt statt der Apposition *Das Hoffgesindt Veneris* einen Relativsatz: *welches das H. Veneris heisst* voraus; die zwei gleichwertigen Ausdrücke haben sich im Bewusstsein des Dichters verwechselt. Und wie hier mit einer Apposition, so ist im folgenden Falle ein Relativsatz mit einer gleichwertigen Präpositionsbestimmung verwechselt: Fsp. 8, Überschrift: *Ein Spil mit dreyen Personen vnd heyst der Fürwitz* (= ein S., welches 3 Personen hat und der F. heisst; vgl. Fsp. 20, Überschrift: *Ein fasnacht spil, das ist mit 9 personen zw spiln vnd haiset der nassentanz*); ähnlich sind die Überschriften z. B. von folgenden Fastnachtspielen: 7, 9, 12—14, 21, 27, 45, vgl. ausserdem folgende Stelle: Fsp. 22, 305—8: *Der Man kan wol von vnglück sagen, Der mit eim solchn Weib ist erschlagen, Gantz ohn verstandt, vernunfft vnd sin, Geht als ein dolles Viech dahin* (= mit einem Weib, das ohne Verstand ist und wie ein Vieh dahingeht).

Ferner kann auch zwischen einem Relativsatz und einem Adjektivattribut, das seinem Hauptworte vorangeht, Funktionsgleichheit existieren. Daraus scheint uns wieder der Ausdruck an folgender Stelle seine Erklärung zu finden: FS. 154, 1—2: *Ein reicher man zw Luebeck sas, Doch karg vnd geiczig darzv was.* Hier ist der Satz *Doch . . . was* logisch nicht dem Satze *Ein . . . man . . . sas* entgegengesetzt, sondern dem Attribut *reicher*. Hätte der Dichter diesem logischen Verhältnisse einen korrekten sprachlichen Ausdruck gegeben, so hätte er sagen müssen: *zu L. sass ein reicher, aber geiziger Mann* oder: *zu L. sass ein Mann, der reich, doch geizig war.* Diese zwei Ausdrucksweisen haben sich an unserer Stelle kontaminiert; der Dichter hat in V. 2 fortgefahren, als ob er statt des Attributes *reicher* einen gleichbedeutenden Relativsatz gesetzt hätte. — Eine andere Folge der Gleichwertigkeit eines Attributes mit einem Relativsatze ist es, dass an ein mit einem Adjektivattribute versehenes Substantivum ein Relativsatz mit *und* angeknüpft wird. Nur ein Beispiel dieser Erscheinung haben wir bei Hans Sachs gefunden: FS. 39, 80—82: *Ob einer hat ein guten gsellen Vnd der auch wol benaset wer, Den mag er mit*

jm bringen her. Ähnliche Beispiele aus dem späteren Nhd. bei Matthias S. 315 f. und in dem unten § 71 angeführten Aufsatze von Grosser, Zeitschrift für d. Gymnasialwesen, Jahrg. XXXVIII, S. 522.

§ 59. Eine Vermengung einer Infinitivkonstruktion und eines gleichwertigen Nebensatzes mit Verbum finitum scheint uns der Ausdruck an folgenden Stellen zu enthalten. FS. 167, 73—5: *Vnd wen er drawff maint sten am festen Vnd sey zv hoff am aller pesten, So* etc.; den Satz *Vnd sey* etc. hat der Dichter gebildet, als ob er im Vorhergehenden statt *er maint sten* gesagt hätte *er maint, er stehe.* FS. 203, 43—4: *Da er das mawl fand auf der haid Dort vmbgen vnd süechet sein waid;* auch hier machen die Worte *vnd süechet* etc. den Eindruck, als bildeten sie den letzteren von zwei koordinierten *Das*-Sätzen, als wäre statt *er fand das mawl vmbgen* im Vorhergehenden gesagt *er fand, dass das m. herumging.* FS. 229, 65 ff.: *(Derselb) Nimant mit gwalt dw staüchn vnd püecken . . . Zv suechen seinen aigen nüecz . . .* (72) *Darmit den armen man zv scheczen Vnd saüg im ab das aller pest, Darmit sich vnd seine jünge mest;* wir haben es hier mit einer Kontamination eines finalen Infinitivs + *zu* und eines finalen Konjunktionsnebensatzes zu thun: die Worte *Vnd saüg im ab* etc. setzen statt des Infinitivs *zv scheczen* in V. 72 einen Nebensatz *damit er schecze* voraus. Eine ähnliche Kontamination bei umgekehrter Folge der Sätze weist folgende Stelle auf: FS. 95, 13—16: *So müest aüch dw Haben ein gaistlich klaid darzw, Das man dich vor der welt müeg kennen Vnd ein geistlich person zw nennen*[1]); der Infinitiv *zw nennen* setzt statt des *Das*-Satzes im vorhergehenden Verse einen Infinitiv + *zu* voraus (über die Beziehung desselben s. § 41, *1.*). Mit dieser Stelle ist wieder ganz analog Fsp. 73, 187 ff.: *Hewt so wöllen wir halten rat . . ., Wie wir die wider wöllen zwingen, In vnser gehorsam zv pringen;* bei der Setzung des Infinitivs *zv pringen* schwebte dem Dichter im vorhergehenden Verse statt des *wie*-Satzes ein Infinitiv + *zu* vor: *die wider zu zwingen.* — Mit den obigen Beispielen der Kontamination zwischen einer Infinitivkonstruktion und einem Nebensatze lässt sich folgende Stelle vielleicht am ehesten vergleichen: FS. 381, 85—6: *Pesser wer ain klainer schad gelieden Vnd mit seim nechsten plieb zv frieden;* statt eines Infinitivs steht hier die Partizipialkonstruktion mit dem folgenden Konjunktivsatze parallel.

---

[1]) Eine glattere Konstruktion bietet die entsprechende Stelle eines denselben Gegenstand behandelnden Meistergesanges. Sie lautet nach Goetze FS. Bd 1 S. VII: *Das man dich vor der Welt mueg nennen Vnd ein geistlich person erkennen.*

§ 60. Der bei Hans Sachs wie im Mhd. (s. Paul Gr. § 346) sehr häufige Gebrauch eines Relativsatzes in Fällen, wo eigentlich ein Konjunktionalsatz dem logischen Satzverhältnisse entspräche, scheint uns am passendsten in diesem Zusammenhange betrachtet werden zu können, weil auch er wohl einer Art von Kontamination seinen Ursprung verdankt. Wenigstens liesse sich denken, dass der erwähnte Gebrauch von den Fällen ausgegangen ist, wo ein Relativsatz anstatt eines Konditionalsatzes gesetzt wurde. Und diese Fälle wieder scheinen uns auf einer Kontamination zu beruhen.

1. Ein verallgemeinernder Relativsatz mit seinem nachfolgenden Hauptsatze kann dieselbe Bedeutung haben wie eine konditionale Periode. Die Sätze: *wer es nicht glaubt, versuche es selbst* enthalten denselben Gedanken wie die folgenden: *Wenn einer es nicht glaubt, so versuche er es selbst.* Infolge dieser Bedeutungsgleichheit lag eine Vermengung dieser zwei Ausdrucksweisen nahe. Es konnte z. B. der auf einen verallgemeinernden Relativsatz folgende Hauptsatz die Form des Nachsatzes einer konditionalen Periode erhalten. Am deutlichsten scheinen uns folgende Fälle diese Vermengung erkennen zu lassen: 232, 94—6: *Vnd wer im den wil wol vnd recht, Warnt in, er sol pleiben zv haws, So dreibt er sein gespot daraůs* (*wer* = wenn man); 248, 117 ff.: *Wer ain solche maid hat im haůs, Verschlagen, vernascht vberaůs, Die . . . auf all ding lůeg vnd ausred weis, . . ., So ist allain die peste kůnst, Das* etc.; 359, 114—16: *Wer aber oben wil hinausz Vnd wil selbst rechen alle sach, So bringt ein Rach die ander Rach*[1]). Aber auch die folgenden Fälle sind wohl aus einer ähnlichen Vermengung zu erklären: FS. 286, 93—5: *Wer jetzund durch den Spessart zůg Vnd goldt auff seinem Haupte trůg Man nem jhm nicht ein Byrenstil* (aus: *wer zöge, dem nähme man nicht* und: *zöge jemand, so nähme man ihm nicht*); 317, 26—8: *Vnd wer mir zaiget auf ein haůs Mit aim finger, wolt ich im her Sagn, wer im haus da haimen wer;* Fsp. 74, 199—200: *Ich glaub, wer mich gestochn het, Kein plůtz dropffen ich geben thet.* Auch hier setzt der Nachsatz in seiner vorliegenden Form eine konditionale Fassung des Vordersatzes voraus. — Dagegen in folgenden Beispielen scheint dies nicht

[1]) Umgekehrt kann nach einem konditionalen Vordersatze der Nachsatz in einer Form auftreten, welche auf einen relativen Vordersatz deutet. So z. B. FS. 39, 94–5: *Ob ewer einer daran wolt, Der mach sich auff bis morgen fru* (*ob einer* = wer), ähnlich Fsp. 20, 163–4; ferner Fsp. 5, 14–15: *Nun, ob etwa hie wer entgegen Mit zanck behafft, der tret herbey;* Fsp. 14, 9–11: *ob ainer hinen wer . . . Der mein war zu kauffen peger, Der sprech mich an,* ähnlich Fsp. 17, 10—12, 273–5; 26, 170 ff.; 27, 345—8; vgl. noch FS. 254, 120–21: *wen in ymant Wolt sen, der must ain dreyer geben,* ähnlich 346, 73 ff. Ebenso nach einem konjunktionslosen Konditionalsatz z. B. FS. 198, 111–13: *Lueff noch ainer durchs dorff Vnd schrir: „Krebs fail . . .“! Der wurt gar uebel von in gschlagen,* ähnlich 303, 57–9; Fsp. 26, 237—9; 85, 566–8. Ähnliche mhd. Beispiele bei Paul Gr. § 353, 2; 334, 2.

der Fall zu sein: FS. 175, 46 ff.: *Wer sein kint nit zewcht in der jůegent Auf gottes forcht siten vnd thůegent, . . ., Das kint wechst aůf gleich eim zaůnstecken;* 228, 57 ff.: *Welch armen aber hoffart reit, Vnd sich zv gselet seiner zeit Den reich gwaltigen ist anhangen . . ., Doch gilt sein pfening nit so vil* etc.; 340, 55—7: *welcher thut hawen In den schalcksberg mit fremden frawen, Die nemen jm sinn vnde mut.* Hier hat der Nachsatz zwar nicht die dem Vordersatze genau entsprechende Form, die Anomalie wird aber auch dadurch nicht aufgehoben, dass man dem Nachsatz einen konditionalen Vordersatz giebt. Es scheint uns hier wohl eine Anakoluthie, aber keine Kontamination vorzuliegen. — In folgenden Fällen wiederum möchten wir eine Kontamination zwischen einer relativen und einer konditionalen Fassung des Ausdruckes annehmen: FS. 84, 199—200: *Doch welcher reicher ermclich leb, Der zipperlein die flůecht auch geb* (*welcher reicher* = wenn ein Reicher); 262, 80—81: *Welch maister sich auch nach mir richt, Mach ich sein werckstat ler vnd ôd* (= wenn ein Meister); 312, 135—6: *Welch mensch sein lecztes ent pedecht, Kain sůnd er nymer mer verprecht* (= wenn der Mensch etc.).

Aus Perioden der oben besprochenen Art kann wohl die Anwendung eines Relativsatzes statt eines Konditionalsatzes überhaupt angefangen haben und auch auf Fälle übergegangen sein, wo die Stellung des Nebensatzes zum Hauptsatze eine andere ist, als in den bisher verzeichneten Belegen, wie z. B. FS. 197, 142—4: *Doch macht auch oft die stat den dieb: Welch man vil gest fůeret zv haůs Vnd lest sie* (die Frau) *vil spaciren aůs* (*Welch man* = wenn der Mann); 295, 94—5: *Der ding doch keines würcket nicht, Denn wer daran gelaubet starck* (*wer* = wenn man); 332, 37—8: *Lůestig ding ist es vmb ain garten, Wer sein mit fleis vnd wol kan warten.* Hier fungiert der Relativsatz statt eines reinen Bedingungssatzes. Statt eines hypothetischen Wunschsatzes steht der Relativsatz FS. 160, 8—9: *O, der mir der ein důczet precht, Das ich nůr sech, was fuer lewt wern!* (*der* = wenn man). Bei Vergleichen ist ein Relativsatz statt eines Konditionalsatzes gesetzt FS. 158, 79—80: *Da lies er ainen lawten schais, Als der ain ochsen hawt zerais* (= als ob man), ähnlich Fsp. 80, 165—6; vgl. noch Fsp. 20, 36—8: *Das es gibt ainen widerhal, Sam der ain frosch het auf geschlitzt Vnd in wider den poden schmitzt.* Hierher gehört ferner FS. 176, 15—16: *Da kham an jhn ein regen grosz, Als der herab mit krůgen gosz* (= als ob man etc.); die Interpunktion von Goetze (Semikolon nach *grosz*, Komma nach *gosz*) ist in der angegebenen Weise zu ändern. Dagegen gehören nicht hierher Fälle wie FS. 8, 60—63: *O, mit dir ist versorget wol Die kindbetterin vnd jr kind, . . ., Als der sich mit altn hosen deckt*, wo der Relativsatz logisch berechtigt ist; ähnlich 367, 4—5: *Bey*

vns ist er so wol bewart, Als der sich deck mit alten Hosen; 287, 154—6: *Mit solchem ... gschlecht Ist sein Hausz versehen so wacker, als der mit Fůchssen fůhr gen Acker.*

2. Den Fällen, wo ein Relativsatz statt eines Konditionalsatzes gebraucht ist, kommen vielleicht diejenigen am nächsten, in welchen der Relativsatz statt eines Subjektssatzes steht. Diese sind bei Hans Sachs nicht zahlreich. Wir haben nur folgende beobachtet: FS. 213, 91—3: *Das drit ist: wer seins gmachs sol gen Vnd im ist not vnd pleibt doch sten Vnd das selbig verpergen wil;* 234, 120—22: *Drum ist das gotseligst auf ert, Wer im an dem guet lest penůegen, Was im gott teglich ist zv fůegen;* Fsp. 14, 72—4: *Waist nit, wie es so tierisch sey, Wer kostlich wein, wilpret vnd fisch Allein duet essen an seim disch;* Fsp. 24, 218—20: (Der Pawr): *Sag, wie die red der warheyt sey.* (Die Warheyt): *Das ist, wer redt mit seinem Mundt, Gleich wie steht seines hertzen grundt;* 39, 462—3: *Wer dir von jr ahn saget das, Geschicht ausz lauter neidt vnd hasz.* An den meisten von diesen Stellen könnte statt des Relativsatzes auch ein mit *wenn* eingeleiteter Satz die Rolle des Subjektssatzes übernehmen, vgl. z. B. FS. 55, 118, wo der Dichter von dem neunten Geschmack in der Ehe sagt: *Derselbig gschmack ... ist, wenn der dot daher thůet walczen,* ähnlich ib. 91—3. Wie in den unter *1.* verzeichneten Fällen ein Relativsatz statt eines konditionalen *wenn*-Satzes fungiert, so ist er hier statt eines einen Subjektssatz vertretenden *wenn*-Satzes gebraucht.

3. Auch die Fälle, wo ein Relativsatz statt eines Modalsatzes steht, lassen sich wohl am wahrscheinlichsten aus einer Kontamination erklären. Beispiele: FS. 32, 91—2: (sie) *gab jm so vil guter wort, Der gleich kein Man nit het erhort;* 153, 78—9: *Darůmb wer mir kein gsell so lieb, Dem ich zvlieb drůnck mir zv schaden;* 229, 87—9: *Wan kein mensch ist so arm vnd ring, Der auch nit ... Ein mechting ... kůen schaden,* ähnlich noch Fsp. 22, 285—6; 63, 376—8. In all diesen Fällen sollte auf das *so* des Hauptsatzes korrekt ein *dass*-Satz folgen. Die Setzung des Relativsatzes beruht wohl darauf, dass dem Dichter eine Fassung des Hauptsatzes vorschwebte, in der kein *so* vorhanden war. Ausser in diesen Fällen findet sich ein Relativsatz, wo man einen Modalsatz erwartet, noch Fsp. 16, 61—3: *Da ich war elend mit den armen, Thet ewer keinr sich mein erbarmen, Der mir nur hett ein Suppen geben;* auch hier scheint uns der Relativsatz einen anderen Haupsatz vorauszusetzen, etwa: war keiner unter euch, der sich meiner erbarmt, der mir nur ... gegeben hätte. — Den geraden Gegensatz zu den oben erwähnten Konstruktionen bildet die folgende: FS. 332, 112—13: *Kein gmach ist in meim ganczen haůs, Das ich vor dem vnkrawt het gnad.* Statt des *Das*-Satzes erwartet man hier

einen Relativsatz: kein Gemach, in dem oder wo ich ... Mit dieser Ausdrucksweise hat sich an unserer Stelle wohl folgende kontaminiert: kein solches Gemach, dass ich darin ...

§ 61. Wir gehen zu den Fällen über, welche eine bloss momentane Kontamination aufweisen. Da diese keine Gruppenbildung ermöglichen, sondern individuell und einzeln dastehen, verzeichnen wir sie nach der Ordnung der Gedichte in denen sie zu finden sind.

FS. 1, 16—17: *(die zart) grůsset mich mit worten sůsz Vnd sprach, wesz ich thet warten hie;* Mischung aus *sprach: wesz thut jr warten* und *fragte, wesz ich thet warten.*

27, 133—4: *(Der) thu yedem, wie er denn wolt, Als im von jem geschehen solt,* Erklärung s. bei Paul Pr. S. 133.

30, 9 ff.: *Hieher, hieher zum Lugenberg, Er sey geleich Riesz oder Zwerg, Herr, Fraw, Kinder, Magd oder Knecht, Reich vnd arm, listig vnd schlecht!* Mit der im V. 10 begonnenen disjunktiven Nebeneinanderstellung der Gegensätze mittelst *oder* hat sich eine kopulative Fassung des Ausdruckes, eine Aufzählung der gegensätzlichen Glieder durch *und*, kontaminiert.

46, 7—8: *Der ander elendt in der Welt Ist, so ein Weib geht vber feldt.* Eine schwer zu deutende Konstruktion. Im Schwanke werden die neun elenden Wanderer aufgezählt und kurz charakterisiert. Es scheint uns dem Ausdrucke hier eine Kontamination zwischen den zwei Wendungen: *der andere* (= zweite) *elende* (Wanderer) *ist ein Weib, so vber f. geht* und *das andere Elend ist, so* (= wenn = dass) *ein Weib vber f. geht* zu Grunde zu liegen. Eine bessere Erklärung der Stelle vermögen wir nicht zu geben.

65, 225—6: *Den* (= denen) *kemmet man aůs irem har Aller gattůng gefelschter war.* Mischung der zwei Fassungen: *alle Gattungen gefälschter Waare* und *gefälschte Waare aller Gattungen.*

76, 5—6: *Er lies ein predig hin gar selten, Die eprecher gar hart zw schelten.* Der Infinitiv + *zu* deutet auf ein regierendes Verbum wie etwa *vernachlässigte, unterliess* und setzt folgende Konstruktion voraus: *er unterliess selten in einer Predigt ... zu schelten.*

147, 70 ff.: *Pey den* (den Bürgern) *fand er* (der Teufel) ... *Wuecher vnd schinterey mit hawffen Mit vberseczen vnd fuerkawffen, ..., Ein aufseczen vnd vberschnelen Vnd vberforteiln in allen sachen* (V. 78) *Mit falscher loser arbeit machen.* Im letzten Verse liegt wohl eine Mischung aus *mit falscher l. arbeit* und *mit falsche l—e arbeit machen* vor.

149, 33—4: *(die dierlein) hetten seiner künst gros wünder, Pis an allein der füechs pesünder.* In V. 34 haben sich die zwei Ausdrucksformen *bis auf den Fuchs* und *an* (= âne, ohne) *der Fuchs* kontaminiert. Über *ohne* vor einem Nominativ in der Bedeutung *ausser, mit Ausnahme von* s. DWb. unter *ohne* III, 2), b).

174, a 7 ff.: *Er hab fawls flaisch oder den stein, Die plab hüestn oder den zipperlein, . . ., Die eyffersücht oder das senen, Das lawffent oder mit posen zenen.* Die Worte *mit posen zenen* sind gesetzt, als ob in V. 7 statt *hab* etwa *sei behaftet* (vgl. z. B. FS. 115, 8: *mit alter pehaft*, Fsp. 5, 15: *Mit zanck pehafft*) gesagt wäre. Ganz dieselbe Wendung findet sich noch Fsp. 11, 7—13.

185, 102—3: *Es wirt aus dir ain waidlich pfert, Das hinlauft, ainem polcz geschwind.* Mischung aus: *einem p. gleich* und *geschwind wie ein p.*

186, 1—3: *Zw Yngolstat im Payerlant Ligt ain dorff, Winterspach genant, Ein ainfeltiger pawer sas.* Wir wissen keine sehr plausible Erklärung der Stelle zu geben. Vielleicht liesse sich an eine Konstruktion *ἀπὸ κοινοῦ* denken, sodass die Worte *zw Yngolstat* auch zum Verbum *sas* gehörten. Geneigter sind wir jedoch zu der Annahme, dass hier eine Kontamination vorliegt. Der Dichter hat in V. 3 zum Verbum *sas* keine auf die Frage *wo* antwortende Bestimmung gefügt, weil er meinte, schon im Vorhergehenden eine solche gesetzt zu haben. Er hat in V. 3 fortgefahren, als ob V. 2 lauten würde: *in eim dorff, W. genant.* Eine ganz analoge Stelle findet sich noch 313, 1—3: *Ein dorff ligt in dem Payerlant, Welches Ganckhoffen ist genant, Sas ein pfarher, hies Cünrat Schlenck.* Regelrecht heisst es dagegen 316, 1—3: *Es ligt ain dorff im Payerland, Das selbig Fücnsing ist genant, Da sassen leppisch pawren drin.*

194, 33—4: *Nün der vngstalten kinder zal Der waren ser vil ueberal.* Mischung aus: *der Kinder Zahl war sehr gross* und *der Kinder waren sehr viel.*

194, 196—8: *(aus dieser fabel) Ler wir . . ., Das man zv allen hendeln hewt Noch alle zeit sich finden lewt.* Mischung aus: *dass man Leute findet* und *dass sich Leute finden.*

208, 51—2: *Straft gleich der freünt, das es pringt schmertzen, Gschicht es doch aus grünt trewem herzen.* Wir sind über die richtige Auffassung der Stelle nicht im Klaren. Es scheint uns nicht unmöglich, eine Kontamination der zwei Wendungen: *aus treuem Herzen* und *aus Grund treuen Herzens* hier anzunehmen. Zu der letzteren vgl. 208, 31—2: *Das straffet er . . ., Doch aus grünt rechter, warer lieb.* Doch ist unsere Annahme vielleicht unnötig. Viel-

leicht hat man in den Worten *grůnt trewem* ein zusammengesetztes Adjektivum *grundtreu* zu sehen. Dann ist der Ausdruck an unserer Stelle regelrecht.

231, 89—94: *(Das) gehabt wert ... In der gmain guete grechtikeit, Der frumb vor dem posen kůnd pleiben Vnd mit růe seinen handel dreiben,* (93) *Vnd andrem, was, hie vngenent, Gehort zv ainem regiment.* Vers 93 sollte die Verse 89—90 fortsetzen, mit denen er das Verbum gemein hat. Es sollte eigentlich heissen: *Das gehabt wert ... guete grechtikeit, ..., Vnd andres, was ... gehort.* Mit dieser Ausdrucksweise hat sich hier, wie uns scheint, die folgende kontaminiert: *das gehabt wert ... guete grechtikeit, ..., mit andrem was ... gehort.* Offenbar hat die in V. 92 gesetzte Präposition *mit* den Dichter irregeführt und verleitet, V. 93 mit V. 92 statt mit V. 89—90 zu parallelisieren.

268, 42—4: *Das ich also von meiner schar Schaff, wen ichs zehen jar antrieb, Mir wol daůsent schaff vberplieb.* Die beiden Ausdrucksweisen: *Dass ich ... ůbrig hätte* und *Dass mir ... übrig bliebe* haben sich kontaminiert.

283, 54—5: *Wolt eh, dass ich nie wer geborn, Dasz man solches solt von mir sagen.* Wohl Mischung aus: *ich wollte eher dass ..., als dass man ... sagen sollte* und *wär' ich nie geborn, dass man solches ... sagen soll!*

297, 94—6: *Vor solchem vndanckbaren gschlecht, Von dem nur kombt spot, schand vnd schaden, Den sol ein weisz mann nit genaden.* Die Präposition *vor* deutet auf ein Verbum wie *sich hüten.*

362, 17 ff.: *(Der Abt) Hielt mit den Brůdern ein Capitel, ..., vnd wurd bschlossen in dem, Dasz zu dem Ritter gschickt sind worden Zwen die glersten Mönch in dem Orden.* Mischung aus: 1:o *und wurde beschlossen, dass ... geschickt werden sollten,* 2:o *und zu dem Ritter sind geschickt worden* etc.

368, 54—7: *Sonst aber wer es mit jr můh, Mit Hauszhalten vnd Kocherey, Mit waschen, fegn, spinnen darbey; Der alles thut sie keines gern.* Im letzten Verse ist der Ausdruck wahrscheinlich aus einer Kontamination der zwei Fassungen: *der aller keines* (diese findet sich z. B. Fsp. 17, 157) und *des alles nichts* zu erklären. Dieselben Worte finden sich noch Fsp. 72, 131: *Ey, der als kains.*

371, 96—7: *Vns drey wolff in dein gscheft* (= Testament) *auch secz Dein faisten leib mit flaisch vnd pein.* Vers 97 bildet die Fortsetzung einer Konstruktion wie: *setze* (= bestimme) *vns Wölfen in deinem Testament ...;* vgl. ib. 44—5: *schaff dein faiste esels hawt Vns drey wolffen.*

385, 28—9: *Was man jr straffweis zu thut sagen, Derselb jr Freundschafft bald verschertzet.* Wahrscheinlich Mischung aus: *was man auch sagt, verscherzt man* und *wer was sagt, der verscherzt.* Vielleicht liesse sich doch

auch annehmen, dass in *man* die ursprüngliche Bedeutung dem Dichter noch gegenwärtig war, und dass er sich die Konstruktion so gedacht hat: *was ein man auch sagt, er verscherzt bald ihre Freundschaft.*

Fsp. 11, 166: *Schaw, wie ein viereckichten Narrn!* Mischung aus: *Schau, welch ein viereckiger Narr!* und *Schau den viereckigen Narren!*

22, 131—2: *Das glaub ich wol, das er nichts hab, Denn wie man jn legt in das grab.* Es ist die Bäuerin, die von der Armut und dem nackten Zustande ihres verstorbenen Mannes im Paradiese spricht. Dabei vermengen sich die Gedanken: *dass er nichts habe, als was man ihm ins Grab legte* und *dass er nicht anders gekleidet sei, als wie man ihn ins Gr. legte.*

22, 184—5: *Het ich der einfelting Pewrin mehr, Die mich schickt in das Paradeisz!* Der Singular *schickt'* im Relativsatze setzt etwa folgende Fassung des Hauptsatzes voraus: *Hätt' ich noch eine einfältige Bäuerin!*

31, 213—14: *Ich hab ein grosses Hauszgesind Von Knecht Mågd, auch weib vnde kind.* Entweder sind die Worte *Knecht, Mågd* nach der Präposition nur aus metrischen Gründen ohne Kasusendung geblieben, oder die Ursache zu der Anomalie ist eine Kontamination der zwei Ausdrucksweisen: *ich hab' e. gr. h. von Knechten, Mågden* etc. und *ich hab' e. gr. h.: Knechte, Mågde* etc.

40, 193—4: *Sie wird gedencken, ich werd sein Ein gsell von worten, falschem Hertzen.* Mischung aus: *sie wird gedencken, ich sey* und *ich werde ihr ein Gsell von . . . sein.*

41, 239—40: *Dein vnschuldt wird sich in dem finden, Wenn du sie kewst vnd thust verschlinden.* Die zwei Wendungen: *Deine U. wird sich darin finden, dass du* etc. und *Deine U. wird sich finden, wenn du* etc. haben sich hier kontaminiert. Ähnliche Fälle bringt aus späteren Quellen Paul Pr. S. 136.

Fsp. 62, 60—63: *Das aus dem stůeck gar wol erscheint, Wan nechst, da ich din zechet het, . . ., Gabs mir ain patsch mit flacher hant.* Mischung aus: *Das ist aus dem Stück zu ersehen, dass sie mir . . . gab* und *Das ist gar wohl zu ersehen, denn sie gab mir* etc.

50, 328—9: *Das er nit mehr hie thu verzern, Denn im sein pfluge mag ernern.* Offenbar liegt hier eine Kontamination folgender Sätze vor: *Dass er nicht mehr verzehre, als ihm sein Pflug geben kann* und *Dass er nicht mehr verzehre, als dass ihn s. Pf. ernähren kann.*

52, 262—3: *Wo hast die Kinder vor gelassen, Sie mit den ersten nit hast bracht.* Wenn nicht anzunehmen ist, dass der Dichter in V. 263 nur eine freiere Wortstellung gebraucht hat, statt: *Du hast sie . . . nicht gebracht*, so

steht wohl der Vers als Fortsetzung auf eine andere Fassung der vorhergehenden Frage, die dem Dichter vorschwebte, etwa: *wie dass du die Kinder vorhin weggelassen hast?*

52, 403—5: *er sunst nichts begert, Denn das jhn Menschlich gschlecht auff erdt Im glaube vnd vertraw allein.* Bei der Setzung des Akkusativ *jhn* schwebte dem Dichter offenbar ein transit. Verb. als Praedikat vor.

56, 327—9: *Erfůhr er denn, wenn du zu schaffen Hettest gehabt mit dem Thumbpfaffen, Was meynst, dasz er denn wůrd anfangen.* Mischung aus: *Erfůhre er, dass du ..., was meynst* etc. und *wenn du ... gehabt hůttest, was meynst* etc.

70, 83—4: *Weil mein můeter lebt, pin ich frey Vor gfencknus durch ir zawberey.* Mischung der Wendungen *frei von* und *sicher vor.*

76, 413—17: *So hoff wir auch, das dieser possn die alten ... frawen, So ... Irn emendern sein vnterthon, Auch darin kain vertriesen han.* Hier setzt das *darin* etwa folgenden Anfang der Konstruktion voraus: *wir hoffen von dieser Posse auch, dass die Frauen* etc.

79, 74—6: *Er ist der aller fraydigst knecht, Den ich ... In vnser ganczen pfar nit wais.* Das *nit* deutet auf eine Konstruktion wie: *einen fraydigern knecht wais ich in v. g. pf. nit.*

Endlich sei hier noch folgende Stelle angeführt, wo die Anomalie des Ausdruckes vielleicht auf einer Kontamination beruht: Fsp. 3, 86: *Grosz vnterschayd ist dein vnd mir.* Wahrscheinlich wollte hier der Dichter sagen: *gr. v. ist dein vnd mein*, wie er Fsp. 3, 116 sagt: *Grosz vnterschayd ist mein vnd yhr* und wie es mhd. heissen könnte: *gr. unt. ist mîn unde dîn.* Statt des Genitivs *mein* setzte er aber den Dativ *mir* entweder infolge einer Kontamination des eben angeführten Ausdruckes mit dem präpositionellen: *zwischen dir und mir* oder, was wahrscheinlicher ist, nur aus Reimnot (Reim auf *dir*).

V.

Widerspruch zwischen dem logischen Satzverhältnis und dessen grammatischer Bezeichnung.

§ 62. Das logische Verhältnis eines Satzes zu einem anderen braucht nicht immer an seiner grammatischen Form erkennbar zu sein. Es ist vielmehr ein im Deutschen und in anderen Sprachen recht häufiger Fall, dass die grammatische Form eines Satzes sich nicht nach dem Werte richtet, den ein Satz logisch betrachtet einem anderen gegenüber besitzt, sondern sich unabhängig davon bestimmt (vgl. z. B. Paul Pr. S. 119). In zweierlei Weise kann so die äussere Form eines Satzes mit dessen inhaltlichem Werte in Widerspruch geraten. Es kann einerseits ein Satz, der einem anderen zur Bestimmung dient und logisch von ihm abhängig ist, die grammatische Form der Selbständigkeit erhalten; und umgekehrt kann andererseits ein Satz, der logisch genommen einen selbständigen Wert hat, einen selbständigen Gedanken enthält, in der grammatischen Form der Abhängigkeit auftreten.

A. Logische Abhängigkeit — grammatische Selbständigkeit.

§ 63. Anfänglich stand der Sprache kein äusseres Mittel zu Gebote, die Abhängigkeit eines Satzes von einem anderen zu bezeichnen (vgl. Paul a. a. O.). Es musste die blosse Nebeneinanderstellung der Sätze in unabhängiger Form zur Bezeichnung des Satzverhältnisses genügen. Die grammatischen Zeichen der Unterordnung, wie sie die heutige Sprache verwendet, sind erst als Erzeugnisse einer verhältnismässig späten Entwickelung entstanden, und sie haben die alte Freiheit der Verknüpfung, die Nebeneinanderstellung der Sätze ohne Zeichen der Abhängigkeit, nicht ganz aus der Sprache verdrängt. Auch

in Perioden, die eine reiche und volle Entwickelung des Satzbaues aufweisen, lebt jene Freiheit namentlich im mündlichen Verkehr des täglichen Lebens in verschiedenen Sprachen noch fort, obgleich ihr Gebiet durch den überwiegenden Gebrauch der reicheren Ausdrucksmittel, die das Satzverhältnis genauer bezeichnen, wesentlich eingeschränkt ist. Auch im modernen Nhd. sind Reste jener alten Freiheit noch vielfach vorhanden; noch zahlreicher sind sie in der frühnhd. Periode (s. Paul Pr. S. 120) und im Mhd. (s. Paul Gr. § 333). In der folgenden Besprechung der hierhergehörigen, bei Hans Sachs vorkommenden Erscheinungen sehen wir von den gewöhnlichsten Fällen, die in der Sprache überhaupt gäng und gäbe sind, ab, und beschränken uns darauf, seltenere Fälle anzuführen, die uns für Hans Sachs, besonders dem heutigen Sprachgebrauch gegenüber, mehr oder weniger charakteristisch scheinen. Wir teilen unsere Beispiele nach der Stellung des nur logisch abhängigen Satzes in zwei Hauptgruppen ein und betrachten zunächst

§ 64. die Fälle, wo der logisch abhängige Satz dem regierenden nachfolgt. Nach der Funktion, die der abhängige Satz dem übergeordneten gegenüber ausübt, lassen sich hier wieder mehrere kleinere Gruppen bilden.

1. Eine solche besteht aus Fällen, wo ein der grammatischen Form nach und, für sich betrachtet, auch logisch selbständiger Satz zugleich als logisches Subjekt eines vorhergehenden Satzes fungiert. Dies ist der Fall z. B. FS. 11, 14: *Das macht, die Eszlin stet da voren* (der Satz *die E. stet* ist Subjekt zu *macht,* wozu *das* das Objekt bildet; ein ähnliches Lessing entnommenes Beispiel bei Paul Pr. S. 119); ähnliche Wendungen finden sich noch FS. 19, 48—9: *Gesell, das macht, Ich hab vmb mich der klaffer vil;* 197, 5: *Das macht, der kawfman het ein weib;* Fsp. 9, 19: *Das macht, grosz armut thut vns plagen;* vgl. noch Fsp. 13, 253 ff.: *Dich hat erstlich ellent gemacht, Dw schir hast zechet alle nacht, Dw gern hast gspilt vnd selten gwunen,* dagegen Fsp. 24, 214—15: *Das macht, das je vnd alle zeyt Mein red ist ernsthafftig vnd streng* (*Das* auch hier Objekt). Ferner gehören hierher noch folgende Fälle: 279, 8—10: *Eins mals hat sich zutragen than, Am Auffartstag nach altem brauch Ward gstelt auf den Choralter auch Der Herr Gott;* 363, 20 ff.: *Nun in der Fasten sich begab, Als er zu Mitfasten thet beichten, . . ., Dem seinen Pfarherr in der Pfarr, Der sprach zu jm* etc. (Subjekt zu *sich begab* ist der Satz *Der sprach*); vgl. auch 180, 82 ff.: *Des selben nachcz geschach doch palt, Als er aufstünd . . ., Kniet nider also vngewies Vnd seinen wasser krüeg vmb sties* (Subjekt zu *geschach* ist die folgende durch *als* eingeleitete Periode, deren Nachsatz wahrscheinlich von den Worten *Kniet nider* etc. gebil-

det wird). Weitere Beispiele sind 122, 10—12: *Dem selben man dem felet nicht, Er mües sein pewtel oft auf schliessen*, ähnlich 340, 12—13: *Dem selben Mann dem fehlet nicht, Er wirdt offt geschendt vnd geschlagen;* — Fsp. 32, 244—6: *Simplici, mir felt ein, mein gast, Der mit köstlichn kleinaten handelt, Viel vmb den Reichenburger wandelt*, ähnlich Fsp. 49, 72—4: *Mein lieber Nachtbawr, mir felt ein, Vor jaren ich gehöret han Von einem gar vralten Man;* vgl. noch Fsp. 32, 273—4: *Mein Herr, mir felt in meinen sin, Meint ir, der Kawfman sey schon hin;* — Fsp. 14, 216—18: *Mein Miser Lux, mich ficht auch an, Ich hab ein part, die for gericht Vmb dawsent guelden mich anspricht;* FS. 198, 105—8: *vnd ist seit gwonheit, Wen ain Fünsinger hat hochzeit, Müs er füeren ain füeder erden Auf den krebs* (Subj. zu *ist* die folgende Periode; *gwonheit* Prädikat), vgl. Fsp. 7, 60—61: *Vrsach, mein Vatter hör doch zu! Das gelt ist mir je also lieb* (*Vrsach* ist Prädikat, der Satz *Das gelt — lieb* Subjekt, Kopula fehlt); ähnlich ist wohl aufzufassen auch FS. 20, 39—40: *Darumb so wer mein trewer rath, Wir leyden vnser vbelthat*, doch kann hier ja *leyden* auch Praesens Konjunktivi sein und der Konjunktiv als formales Zeichen der Abhängigkeit genommen werden. — Den letzterwähnten Fällen lässt sich folgender am besten anreihen. Er findet sich im Fsp. 15, 201—3. Der Bürger sagt da dem Bauern: *Pfwy, wie stinckstw nach rosmist!* Der Bauer antwortet: *Mein lieber herr, das selbig ist, Ich ge vmb vnter sew vnd rindern.* Der Satz *ich ge* etc. muss wohl hier als Prädikat zu *ist* bezeichnet werden, *das selbig* als Subjekt.

2. Wie im Mhd. und noch im heutigen Sprachgebrauche sind auch bei Hans Sachs sehr häufig die Fälle, wo ein grammatisch unabhängiger (beigeordneter) Satz logisch einem vorhergehenden Satze gegenüber die Funktion des Objektes hat. Nur folgende Beispiele solcher Fügungen können hier Platz finden. FS. 110, 33—4: *Des andren tags anfing, Auf dem sail wider ging*, ähnlich z. B. 328, 124: *Der wirt fing an, sagt im auch her* etc. und sehr oft; vgl. noch 189, 103—4: *Die loffen pald hin vnd anhüeben, Vnters heckers stiegen eingrüeben;* auch Anreihung des logisch abhängigen Satzes durch *und* kommt hier vor (vgl. Paul Pr. S. 120), s. z. B. 312, 59—60: *Nach dem fing an der jüngeling Vnd hin zv allen krancken ging;* 314, 64: *Der güet man fing an vnd schray lawt;* 319, 82—3: *in dem mitel Fing an sant Iorgen pild vnd pron;* dagegen z. B. 319, 76: *Das* (pild) *gar pald an zv riechen hüeb.* Weitere hierhergehörige Belege sind 112, 15—17: *Mit einander peschluessen, Von idem dail ausschüssen Ein paüren* (= auszuschiessen), ähnlich 200, 20—22: *Vnd peschlosen ainhelig glat, Schickten zwen alte hünd ... da hin gen Rom;* — 123, 57: *Nit wais ich, war es alles war*, ganz gleichlautend 151, 73, vgl.

auch 346, 15—17: *Wan ich wais auch gewis fürwar, Wen ich noch lebet hündert jar, So hab ich hündert jar zv essen* (Objekt zu *wais* ist die folgende Periode *Wen — So*); — 155, 41—2: *Hör, schneider, nicht vermeid, Mein kittel mir durchaus zv schneid* (= zu zerschneiden); Fsp. 39, 532—3: *Hie merckt, jr Herren vnd jr Frawen, Thut fleissig auff ewr Töchter schawen* (= dass ihr . . . schaut); 74, 72—3: *darpey verste, Mein dochter, halt auch also dich* (= dass du dich halten sollst); — 328, 31—3: *Idoch ich euch hie nit verhel, Der gawl hat ainen klainen fel.* In folgenden Fällen hat der logisch abhängige Satz das Verbum finitum mit dem vorhergehenden Satze gemein: FS. 7, 257—8: *Wann sie hat lengist angefangen, An einen schlüffel sich gehangen;* Fsp. 57, 83—4: *Wie hat sie es so kaum thun wagen, Ir heimlich lieb euch lassn ansagen,* bei Verknüpfung der Sätze durch *und* Fsp. 65, 197—8: *Ich habs ain mal düeckisch gewagt Vnd mein pauren ain schais einjagt* (ein ähnliches modernes Beispiel bei Matthias S. 322); — Fsp. 25, 346—8: *Vnd wil auch nimmermer vergessen, Solch losz Landtfarer nit herbergen, Mein ding bas bschliessen vnd verbergen;* 51, 11—12: *denn will ich verheissen eben, Ein Thaler zu einr zerung geben;* 56, 55—6: *Wil auch mit listen wol versorgen, Mein Bulerey halten verborgen;* 61, 138—40: (Sie) *Hat . . . mir lassen sagen, Mein dienst vnd lieb gar ab geschlagen;* 73, 78—9: *Idoch wölst mir geloben on, Kainem menschen sagen darfon;* 78, 271—2: *Doch wil ich . . . nit verschlafen, Die grosen wüechrer auch pald straffen*

3. Recht häufig begegnet man bei Hans Sachs Fügungen, in denen ein formell unabhängiger Satz logisch betrachtet als nähere Bestimmung (Apposition, Attribut) zu einem Gliede des vorhergehenden Satzes dient. Ähnliche Fälle zahlreich im Mhd. (s. Paul Gr. a. a. O. unter *2.*) und im Nhd. (s. Paul Pr. S. 120 f.). Der bestimmte Satzteil ist ein Substantivum z. B. Fsp. 17, 95—7: *Es hat ein kranckheit mich besessen, Ich mag nichts guts mehr trinkn vnd essen* (die Krankheit besteht darin, dass ich nichts Gutes trinken mag), vgl. FS. 328, 32—3: *Der gawl hat ainen klainen fel, Im anfang ist vast treg sein gang;* Fsp. 24, 265—6: *Felen doch an den stücken beden, Mügen mich weder hörn noch reden* (= in den Stücken, dass sie . . . mögen); auch hier Verknüpfung des logisch abhängigen Satzes durch *und* FS. 385, 16—18: *Darzu* (= ausserdem) *het sie* (das Weib) *lust vber gar Vnd liesz sich zu mal geren sehen, Wo Gastung vnd die Täntz geschehen* (= ausserdem hätte sie Lust und liesse sich sehen = Lust, sich sehen zu lassen). In den folgenden Fällen hat der als nähere Bestimmung fungierende Satz die Form einer Periode: 105, 27—8: *Darzw so hat der wolff den prauch, So pald dw stest, so stet er auch;* 342, 9 ff.: *das het die art, Welicher mensch geziegen wart Ains epruechs . . .,*

Wolt er sich ... ledig machen, So můest ers thon mit solchen sachen; 360, 51—3: *Das hat die krafft, wellicher Mann Denselben Tag ein Lug hat than, Der musz in dem Wasser ertrincken;* Fsp. 38, 19—22: *man vor jaren gwonheit het, Wenn man ein Mensch was zeyhen thet, ..., So must er tragn ein glůend Eyssen.* Der bestimmte Satzteil ist ein Pronomen FS. 63, 44—5: *Nůn angefer es sich zw trůeg, Die schergen da verporgen lagen,* ähnlich 262, 1—3; — 189, 8—9: *Nůn pegab es sich, auf ein jar Fiel an ain dewrůng, schwer vnd gros;* Fsp. 34, 116—21: *Es felt mir gleych in meinen sinn, Weil Hůnr vnd Gens ... Ausz Ayren brůten junge ausz, ..., So glaub ich ja auch, das man mag Kelber ausz Kesen bruten wol* (die Periode *Weil ... So ...*, für sich betrachtet unabhängig, muss doch zugleich als nähere Bestimmung, Apposition zu *es* bezeichnet werden); die bisher angeführten Fälle berühren sich sehr nahe mit den unter *1.* verzeichneten Beispielen 279, 8—10; 363, 20 ff.; 180, 82 ff.; Fsp. 32, 244—6 etc., vgl. dazu Paul Pr. S. 121; ähnlich ist noch Fsp. 38, 12—13: *Mein liebe Gfattr, es kůmmert mich, Mich dunckt, mein Mann halt nit sein Eh.* Hierher gehören ferner folgende Belege: Fsp. 27, 4—5: *Das kůndt jr wol darbey ermessen, Wir haben lang kein Wildprát gfangen* (= daran erkennen, dass wir ...), vgl. Fsp. 49, 24—6: *Ich hab mich gantz darein ergeben, Ich wil mich an ein Baumen hencken;* mit Verknüpfung der Sätze durch *und* FS. 357, 105—6: *Vnd thu dich wider dran gewehnen Vnd streck das Leder mit dein Zůnen* (= daran, das Leder zu strecken). Wie im Mhd. kann auch bei Hans Sachs der bestimmte Satzteil unausgedrückt bleiben, vgl. z. B. FS. 297, 36—8: *Wann ich bin je gewohnet eben, Wer mir je kam in meinen schlund, Der ward von mein Zůnen todtwund* (= daran gewöhnt, dass wer kam, todtwund wurde); FS. 11, 59—61: *Derhalb ein jung Mann sich nicht saum, Behalt erstlich sein weyb im Zaum* (= säume sich nicht damit, ... zu behalten), ähnlich Fsp. 85, 549—50; — FS. 63, 24—5: *Det er das nit, das er núer tracht, Ir můesig ging in allen ecken* (= danach, ihrer müssig zu gehen); bei Verknüpfung der Sätze durch *und* Fsp. 51, 141—2: *Ir seidt gewonet alle zwen Vnd tragt mit euch, was nit wil gehn;* Fsp. 41, 67—8: *Itzt erstlich wil ich mich betragen Vnd der Schweinen knocken abnagen* (= damit begnügen, dass ich ... abnage). Endlich sind hier noch folgende bemerkenswerte Stellen anzuführen, wo die moderne Sprache statt des grammatisch beigeordneten, nur logisch abhängigen Satzes einen Relativsatz verlangen würde: FS. 5, 57 ff. fragt der feiste Mann den mageren: *Sag an, mein freundt, was dir geprist, Das du so důr vnd mager bist* und dieser antwortet: *Mein Herr, ich bin der man, Die mánner ich gefressen han, Die selber waren Herr im hausz* (= der Mann, der die Männer gefressen hat, etc.), vgl. 356, 14—15: *Da stund ein*

solche Schrifft daran, Sprach etc.; 373, 92—4: *Wie man den manchen sicht auf erden, Frolichs angesichz ist zw scherczen Vnd ist doch schwermůetiges herzen* (= der fröhlich aussieht, aber schwermüthig ist).

4. Als eine Gruppe für sich stellen wir hier eine Anzahl von Fällen zusammen, wo der nur logisch abhängige Satz, der einen Satzteil des vorhergehenden Satzes bestimmt, mit einem Folge- oder Modalsatze gleichwertig ist (mhd. Beispiele dieser Art bei Paul Gr. a. a. O. unter 3, moderne Fälle bei Matthias S. 322). Der bestimmende Satz bezieht sich auf ein demonstratives Pronomen Fsp. 57, 69—71: *Der ist entzůndt im Leib jr Hertz Mit solchem sehniglichem schmertz Gen euch, ligt wie auff Fewring Rost* (= dass sie ... liegt), ebenso in folgenden Fällen, wo der Satz die Form einer Periode hat: FS. 54, 43—6: *Erst fing sie an ein solich schnadern, ..., E ich ein wort antworten det, Het sie ... siebne ghret* (= dass sie, ..., sieben geredet hatte) und Fsp. 21, 5—7: *Nun hat mein Nachbawr solches Hausz, Was man im gantzen Dorff durchausz Verleüret, das findt man darinnen;* bei Verknüpfung der Sätze durch *und* FS. 239, 77—8: *In sie kam ein solch forcht vnd graus, Vnd flohen alle aus dem haůs* (= dass sie flohen). Besonders häufig finden sich Fügungen, in denen ein nur logisch abhängiger Satz dieser Art sich auf ein demonstratives Adverbium bezieht, z. B. FS. 251, 14—15: *Sant Peter im so hart anlag, Schwaczt im sie all drey ab vnpillig* (= dass er sie abschwatzte); 255, 59—60: *Sie streckt den fůes so vngestůem, Sties den weitling mit milich úem;* 318, 104: *Welcher so vol ist, kan nicht gen;* Fsp. 20, 146—7: *Die steckt mir almal marcks so vol, Ich wolt wol ein par stifl mit schmiren;* 39, 364—5: *Schaut, wie er so důn schenckel hab, Man würff jmbs mit eim rotz wol ab,* Beziehung auf *so* noch z. B. FS. 307, 143—5; 330, 91—2; Fsp. 1, 39—40; 8, 400—401; vgl. z. B. FS. 65, 173—4: *Die auf ert waren also karg, Sparten das gůet vnd frassens arg,* ähnlich z. B. Fsp. 17, 164—5; — FS. 232, 6—7: *Darfon würt er entrůest der masen, Er schnawffet vnd wezet sein zen.* In den folgenden Belegen hat der bestimmende Satz die Form einer Periode: FS. 30, 168—70: *So bin ich also nasz geschliffen, Wenn ich mich hab zu weit verschossen, So zeuch ichs denn in eynen possen;* 115, 7 ff.: *Das wasser het so grose kraft, Welch mensch mit alter war pehaft, ..., Wan er ... im průnen sas, So ...,* ebenso Fsp. 40, 101—3; 53, 91—4. Durch *und* sind die Sätze an einander geknüpft Fsp. 59, 187—8: *So pin ich doch so frumb vnd pider Vnd kumb in nur zw pald herwider;* 62, 227—8: *Pistw so ain peherzter mon Vnd darfst die wirtin růeren on.* Sehr oft ist aber das Demonstrativum im übergeordneten Satze unausgedrückt geblieben z. B. FS. 183, 38—9: *(Das ich) Heůt frůe legt hintern zaůn ain ay, Ainer kert wol tfawst im dotern vmb*

(= ein solches, so grosses Ei, dass einer etc.); 239, 115—16: *Das mancher warff von im ein greis, Ein saw het dran gehabt ir speis*, ähnliche Wendung Fsp. 46, 41—2; — Fsp. 59, 339—41: *Es hat werlich der Lindl Fricz Vnterhalb seinem rûeck ein schlicz, Ainr legt ein zwerche hant darein;* FS. 333, 21—3: *Fing an vnd sagt von edlen steinen, Wer pey im drueg der selben ainen, Der kûnd sich mit vnsichtig machen* (= von solchen Steinen, dass, wer ... trug, sich uns. machen konnte). Hierher ist wohl auch zu stellen FS. 325, 16—17: *Mit vngestûem nach dem prot placz, Ein pecher zwen vmb stosen thûest*, denn gemeint ist wohl: mit solchem Ung., dass du etc. Ferner gehören hierher FS. 9, 111: *Flucht, es môcht der erdpoden krachen* (= sodass der E. kr. möchte); 30, 142: *(ich) leug, sich môchten palcken biegen;* 10, 73—4: *Das kot leyt hinter der stubthûr, Ein saw man wol darin verlûr;* 142, 53—4: *Ir prûest waren mit pier pegossen, Man het kaûm ein pfeil dardurch gschossen*, ähnlich z. B. FS. 10, 136—7; Fsp. 15, 256—7; 26, 61—2; 46, 98—9; 54, 160—61, 162—4; vgl. auch FS. 40, 45: *Die stuben kerts, das grôst lests liegen* (= so, dass sie ... liegen lässt); Fsp. 71, 98—9: *Weil mich die natûr hat pegabt, Kain pegier zw den frawen geben.*

5. Für den Fall, dass ein nur logisch abhängiger Satz statt eines Komparativsatzes fungiert (mhd. Beispiele bei Paul Gr. a. a. O. unter 4.) haben wir bei Hans Sachs kein sicheres Beispiel bemerkt. Als ein Fall dieser Art könnte vielleicht aufgefasst werden FS. 120, 8—9: *Vnd sie nit anderst westen, Sie hetten erst angfangen;* doch ist es wahrscheinlicher, dass man im Verbum *hetten* eine Konjunktivform zu sehen hat, und dass unsere Stelle einen Rest der mhd. sehr häufigen Fügung enthält, in der die Negation *en* mit dem Konjunktiv des Verbums in excipierendem Sinne gebraucht wurde. Ein Fall, wo diese Konstruktion zur Verwendung kam, war nämlich wie hier nach einem negierten *anders* oder Komparativ im übergeordneten Satze, in welcher Anwendung ihr ein durch *als dass* eingeleiteter Satz der modernen Sprache entspricht (s. Paul Gr. § 337). Schon im Mhd. konnte ja die Negation *en* wegfallen, und der Konjunktiv des Verbums blieb als Charakteristikum der Konstruktion übrig. In dieser Form lebt die Konstruktion an unserer Stelle noch fort. Nach einem negierten Komparativ findet sich dieselbe Fügung FS. 23, 81—2: *Derhalb ein mensch nit bessers kan, Er gûnn eym, was yhm Gott vergan.* Ob in den beiden angeführten Fällen der Konjunktivsatz auch als grammatisch abhängig empfunden wurde, oder nur logisch abhängig war, ist schwer zu entscheiden. Wenigstens an der letzteren Stelle liesse sich der Satz *er gûnn* etc. ganz gut als grammatisch selbständig und der Konjunktiv als ein Adhortativus auffassen. An der ersteren Stelle dagegen ist es uns

wahrscheinlicher, dass der Konjunktiv als grammatisches Zeichen der Abhängigkeit gilt [1]).

§ 65. Wir wenden uns zu unserer zweiten Hauptgruppe. Diese besteht aus Fällen, wo der logisch abhängige Satz dem regierenden vorangeht. Nach der Funktion, die dem ersteren Satze der logischen Auffassung nach zukommt, lassen sich auch hier, wie in der ersten Hauptgruppe, wieder kleinere Unterabteilungen bilden.

1. Die erste setzt sich aus Fällen zusammen, wo ein Satz, der grammatisch und, für sich betrachtet, auch logisch selbständig ist, zugleich im Verhältnisse des Subjekts zu einem folgenden Satze steht. Einige Hans Sachs entnommene Beispiele solcher Fügungen hat Paul Pr. S. 120 angeführt. Wir lassen hier noch eine Sammlung folgen: FS. 31, 48—52: *Auff seynem Helm sichstu gestelt Seyn kleynat, auff eym kússen leyt; Bedewt, das er* etc. Das Subjekt zu *Bedewt* wird von dem vorhergehenden formell selbständigen Satze gebildet. Heutzutage wäre ein auf jenen Satz zurückdeutendes *es* oder *das* als Subjekt nötig. Ähnlich verhält es sich beim selben Verbum ebda 30—34; 37—9; 41—5; vgl. ausserdem 147, 47 ff.: *Da wart ... Das schlecht oft krumb vnd das krúmb schlecht; Da verzert man ... Den armen leuten ir almús; Die pfaffen hetten kellerin, Ging dem dewffel gar nach seim sin;* 323, 140: *Er pleibt arm, ist doch núr sein schuld;* Fsp. 13, 132—4: *Er felscht nieswurz vnd encion, Geit peterlein vúr ragwurz hin, Hat im lang dragen grosen gwin;* 27,

[1]) In diesem Zusammenhange seien noch die übrigen bei Hans Sachs vorkommenden Stellen verzeichnet, wo die Konstruktion auf das mhd. *en* mit Konjunktiv zurückgeht. Aus der excipierenden Bedeutung jener Fügung erklärt sich der Ausdruck Fsp. 71, 40—41: *mich trieg aber mein gesicht, So ist er ain hochweisser mon* (= wenn mich mein G. nicht trügt, so ...), ähnlich FS. 234, 53—4. Auf den mhd. Fällen, wo *en* mit Konjunktiv gebraucht wurde, „um den Ausfluss aus der Beschaffenheit eines Gegenstandes oder einer Tätigkeit zu bezeichnen" (Paul Gr. § 338) beruhen die folgenden Stellen. FS. 194, 201—3: *Kain ambt ... so ring noch schlecht, Man fint in ganez menschlichem gschlecht Lewt, die sich willig geben drein* (= dass man nicht Leute fände, die ...). Unsicher bleibt es, ob hier das Verbum *fint* eine Konjunktiv- oder eine Indikativform ist. Das letztere ist nämlich auch möglich, denn es dringt im Nhd. der Indikativ in Sätze ein, die als Reste der mhd. Konjunktivsätze mit *en* aufzufassen sind (vgl. Erdmann § 188 a. E., andere Beispiele bei Matthias S. 320 f.). Ein sicheres Beispiel des Indikativs findet sich auch bei Hans Sachs Fsp. 65, 92—3: *Das er schier lest kain predig hin, Er huepelt sie aus rain vnd sauber* (= ohne dass er h.). Auch FS. 254, 124—6: *Pey dem schwanck spuert man aigentleich, Das kain vngluck so gros nit sey, Es sey doch etwan gluck darpey* geht der Konjunktiv in *Es sey gluck* nicht auf den mhd. zurück, sondern ist eine Folge des Konjunktivs im *Das*-Satze; dieser ist wohl wieder in erster Linie wegen des Reimes gesetzt, sonst könnte es ganz ebensogut heissen: *Das kain v. so gros ist, es ist doch* etc. — Auf derselben mhd. Grundlage wie die eben besprochenen Fälle beruht auch der folgende: FS. 27, 15—16: *ir gar nyemand recht kan than, Sie schlag jm doch ein plechlein an* = niemand kann ihr so recht thun, dass sie nicht e. pl. anschlage, oder nach Paul Gr. § 338 Anm.: wie recht man ihr auch thut, so schlägt sie doch ...

337: *Nem noch vier Thalr, wer mir on schaden* (Subjekt zu *wer* ist der vorhergehende Satz: ich nähme vier Th.); 39, 250—51: *Vielleicht bult er in zůchtn vnd ehren, Ist besser den Spielen vnd zeren;* 44, 160—61: *Dein gwalt thust du mit gewalt mehrn, Wirdt endtlich reichen dir zu schaden;* 72, 245—6: *Die welt die wil petrogen sein, Ist an den pewerin wol schein;* 82, 24—5: *Derhalb pin ich gar ler ausgangen; Ist mir mein lebtag nie geschehen.* Entsprechend ist wohl auch folgende Stelle aufzufassen: FS. 123, 61—3: *Wen ein fraw sůnst nichs wais zw sagen, So thůecz ueber ir hausmaid klagen, Ist sit hie vnd auch jenset pachs* (Subjekt zu *ist sit* die vorhergehende Periode *wenn . . ., so . . .*), ähnlich noch Fsp. 66, 95—7: *Wie wol dw pist zumb tragen faul, Kanst wol ausz warten deinem maul, Ist an deim grosen ars wol schein.*

2. Die zweite hierhergehörige Gruppe wird von Fügungen gebildet, wo ein als selbständig hingestellter Satz zugleich als Objekt eines folgenden Satzes dient. Abgesehen von Fällen wie FS. 111, 58—62: *Durch solche grobe schwenck Det er sich lang erneren, Er achtet kainer eren Vnd wagt vil vngemachs. Spricht von Nůrnberg Hans Sachs;* 118, 62: *Drůmb last euch pnůegen! rett Hans Sachs;* 256, 130: *Neschlein wil schleg habn, spricht Hans Sachs* haben wir zu den von Paul a. a. O. gegebenen Beispielen dieser Art nur noch folgende Belegstellen hinzuzufügen: FS. 75, 58—60: *Sein fraw fuer fůer vnd sprach: „Get hin, Last auf dis mal den narren pleiben"! Duet vns Bocacius peschreiben;* 107, 58—60: *(Der jungling) Macht seiner lieb ain anefang Mit der, die in het herczlich liebe. Iohannes Pocacius schriebe;* 174, a 25—8: *Den* (= denen) *woll wir guetten wiln peweysen, Zv hoff sie trencken vnde speisen. Hab wir dir sambt krancken vnd alten Im pesten wöllen nit verhalten.*

B. Logische Selbständigkeit — grammatische Abhängigkeit.

§ 66. Wir haben oben § 62 gesagt, dass der Widerspruch zwischen der grammatischen Form eines Satzes und dem logischen Werte, den er einem anderen Satze gegenüber besitzt, sich auch darin äussern kann, dass ein Satz, der logisch nicht einem anderen als Bestimmung dient, sondern inhaltlich unabhängig ist und einen selbständigen Gedanken enthält, doch in der grammatischen Form der Abhängigkeit, des Nebensatzes auftritt. Hier gilt es nun diese Erscheinung, die der in den vorigen §§ besprochenen gerade entgegengesetzt ist, näher ins Auge zu fassen. Zwei Arten von Belegen derselben haben wir auseinanderzuhalten.

1. Die eine sind Relativsätze, die nicht das Vorhergehende bestimmen, sondern einen Hauptgedanken enthalten, etwas Neues und Wesentliches bringen und den Faden der Rede weiter fortspinnen. Neben lateinischen und griechischen Beispielen von Relativsätzen dieser Art giebt Paul Pr. S. 249 auch ein Paar nhd., mehrere finden sich bei Matthias 326 f. Recht häufig begegnet man solchen Relativsätzen auch bei Hans Sachs. An einen Hauptsatz knüpft sich der Relativsatz an z. B. FS. 157, 63—5: *Der Payr loff nach, von leder zůeg Vnd zv dot das klain hůentlein schlůeg, Welches doch ains tůmherren was* (statt: nun gehörte dieses aber einem Domherrn); 189, 187—8: *Das man hinaůff zům pfleger pracht, Welcher des doden kalbes lacht* (statt: dieser lachte . . .); 190, 9—11: *Alda man oft der seinen possn Můst lachen, vnd das man det hossn, Welcher er den het trieben vil* (= deren hatte er viel erdacht, o. dergl.); 286, 13—15: *Disem solt man den Kopff abhawen, Ob welchem aber Mann vnd Frawen Gar sehr grosses mitleyden hett* (= ob ihm hatten aber . . .); 295, 1—4: *Ein Cortisan der zog gen Rom . . ., Zu welchem auff der strassen schlecht Auch kam ein Teutscher Beckenknecht;* Fsp. 7, 130—31: *Einer ander karget dir geleich, Welcher doch jmmer ermer wirdt* (= und wird dennoch ärmer); 56, 34 ff.: (Tochter:) *Darumb hab ich mich vmb thun schawen Nach eim Bulen, . . .* (Mutter:) *O Hertzliebe Tochter auszschlag Solch dancken ausz dem Hertzen dein, Welche dir speyt der Teuffel ein* (= die giebt dir der T. ein), ähnliche Fügungen noch z. B. FS. 328, 83—5; 343, 50—54; Fsp. 47, 300—304; 57, 2—4. Hierher gehört auch FS. 165, 98—103: *Sie stelen vns nach frue vnd spat . . . Einpicken, praten vnd vns essen Wider gottes ordnůng vermessen, Welches doch got verpoten hat,* wo *welches* (heute: *was*) auf den ganzen vorhergehenden Satz sich bezieht. Auch in folgenden Fällen sollte statt des zweiten zum Hauptsatze gefügten Relativsatzes ein selbständiger Satz stehen, weil der darin ausgesprochene Gedanke nicht dem Hauptsatz zur Bestimmung oder Beschränkung dient, sondern ein Hauptgedanke ist: FS. 312, 4—5: *Die* (Frau) *het ain man, der war vralt, Welchen die fraw het lieb vnd wert* (= diesen hatte die Fr. lieb); Fsp. 32, 132—4: (es) *Wirt vns gleych wie den andern gehn, So finantzen vnd Wucher treiben, Bey welchen wir sunst ahn das bleiben* (= bei denen bleiben wir). An einen Nebensatz ist der Relativsatz angeknüpft z. B. FS. 162, 130—135: *Das sie . . . Lassen siczen . . . In der schueld paide weib und kind, Welche den gar verlassen sind Vnd stecken in dieffer armůet* (= diese sind dann . . .); 298, 187—191: *Mit dem Wolff zeygt Esopus an ein hoffertigen, stoltzen Mann, der sich . . . möcht nehrn In eim geringen Stand mit ehrn, Welch ringen Stand er doch veracht* (= diesen St. verachtet er jedoch). In einem Falle wie Fsp. 43, 256—8: *Dasz er gleich eim*

wůtigen thummen Ohn alle vrsach mich anwendt, Der mich doch sonst auch zimblich kennt liegt das Abnorme nur in der Stellung des Relativsatzes; er sollte sich eng an das Wort *er* anschliessen, das er bestimmt. Bemerkenswert ist aber folgende Stelle: FS. 267, 15 ff.: *Als nůn der esel kam geloffen Mit dem narren, welcher sach offen An dem rostal die vnder thůer ..., Klas aber so vil sin nit het, Das ...* Hier ist der Relativsatz gesetzt, wo eigentlich der Nachsatz der durch *als* begonnenen Periode stehen sollte. Es sollte heissen: als der Esel mit dem Narren kam, so sah dieser ..., hatte aber nicht ...

2. Eine zweite Gruppe von Fällen, wo die Form des untergeordneten Satzes auf inhaltlich selbständige Sätze übertragen ist, wird von koncessiven durch *wiewohl* eingeleiteten Nebensätzen gebildet, die an der Stelle von Hauptsätzen mit *doch, jedoch, freilich,* oder dergl. Partikeln gebraucht sind. In den von Paul Pr. S. 250 gegebenen modernen Beispielen solcher Fügungen kommt die logische Selbständigkeit jener Sätze darin zum sprachlichen Ausdruck, dass sie in der Wortfolge des Hauptsatzes erscheinen. Auch bei Hans Sachs haben wir diese Wortstellung an ein Paar Stellen bemerkt: FS. 126, 33—37: *Der schůester ... Gab im recht ..., Kent sein man durch ein zaůn. Wie wol er het ein laůn* (= doch hatte er einen schlauen Einfall); 306, 124—6: *Wie wol iczůnd vor kurzen tegen So ist der fawlen můnich hauffen Maniger spuelen ler gelawffen.* Sonst aber haben wir nur Beispiele, wo die Sätze der angegebenen Art die bei Hans Sachs gewöhnliche Wortstellung der Nebensätze zeigen, vgl. FS. 54, 38—40: *Palt kam ein rot ir her geloffen Vnd fing ... an zw průmen, Wiewol ich kain wort hab vernůmen* (= doch habe ich etc.); 333, 189—92: *Hab drůmb mein weib waidlich gepert, ..., Wie wols mein auch nit hat gefelt, Mein har vnd part auch wol gestrelt* (= zwar hat sie auch ...); Fsp. 6, 142 ff.: *Ey, so sper dich in ein Vogelhausz ..., Da du nichts lernst noch erferst, Wie wol du je nicht bist der erst, Der nichts kan* (= doch bist du ja ...); 37, 11—15: *Vns sicht an das* (= ohnedies) *der nachbarn hauff ... so spitzig drauff Vnd treiben mit vns jr gespey, Sam treib wir Bulerey all zwey, Wiewols war ist vnd thut mir zorn* (= es ist allerdings auch wahr); 53, 420—22: *(der Lay) Fůrcht weder vns noch vnsern Ban, Wiewol wir vns haben zu vil offt lassen sehen in das spiel* (= zwar haben wir auch ...), ähnlich noch z. B. Fsp. 47, 110—13; 65, 182—5.

VI.

Anakoluthie und verwandte Erscheinungen.

§ 67. Die Bezeichnung Anakoluthie umfasst, in weiterem Sinne gebraucht, alle Störungen in dem geraden Gange und der regelrechten Fügung eines Satzes. Viele von den Erscheinungen, die wir z. B. in unseren Abschnitten über Inkongruenz und Kontamination betrachtet haben, fallen unter den allgemeinen Begriff der Anakoluthie. In engerem Sinne, wie wir jenen Terminus hier anwenden wollen, bezeichnet er eine Unregelmässigkeit des Satzbaues, welche darin besteht, dass die angefangene Konstruktion eines Satzes nicht bis zu Ende desselben konsequent durchgeführt, sondern gegen eine andere ausgetauscht wird, sodass Anfang und Folge des Satzes mit einander nicht harmonieren. Solches Aus-der-konstruktion-fallen, solche Entgleisungen der Konstruktion finden sich ja auch in dem Kunststil in verschiedenen Sprachen, z. B. den klassischen, sehr häufig, namentlich aber bei Schriftstellern, deren Sprache den natürlichen Gesprächston wiedergiebt, so z. B. in den Schriften des Neuen Testaments (s. z. B. Friedr. Blass: Grammatik des Neutestamentlichen Griechisch, Göttingen 1896, S. 276), besonders in den Paulinischen Briefen, ebenso bei Luther (s. Franke § 357). Es ist demnach nicht zu verwundern, dass auch Hans Sachsens Sprache an Erscheinungen dieser Art sehr reich ist.

§ 68. Unter den mannigfachen Formen der Anakoluthie markiert sich diejenige am greifbarsten, bei welcher die ursprüngliche Konstruktion schroff und plötzlich abgebrochen und die neue ganz unvermittelt eingeführt ist. Einschlägige Stellen sind jedoch bei Hans Sachs nicht häufig anzutreffen. Fälle wie FS. 127, 13 ff.: *Drift aber sie das vnglůeck an, Das der pfaff hat sein gůet verthan, ..., Das nichs den armůet ist im haüs, Gar weng hausracz vnd vil*

schůlde — Der (= ein solcher) *dot pringt in* (= ihnen) *gros vngedůlde;* 197, 145 ff.: *Auch wen man lest in dem anfang Iůngen frawen den zaůmb zv lang, Geit in all iren willen nach — Aus der vnd der gleich mer vrsach Folget oft gar vil vngemachs;* 356, 96 ff.: *Wenn solchs denn gfellt beider Freundschafft Vnd darzu geben jren willen — Ein solche Heyrat . . . Die hat ein krefftigen bestand* können eigentlich nicht als Belege dieser härtesten Art von Anakoluthie bezeichnet werden; denn hier hat man es weniger mit einer Veränderung der Konstruktion zu thun, als mit einer freieren Wortstellung im Nachsatze, der, wie oft im Mhd. (s. Paul Gr. § 354), in Bezug auf die Wortfolge offenbar grösseren Nachdrucks halber wie ein für sich stehender Satz behandelt ist. Wohl aber gehören hierher die beiden folgenden Fälle: FS. 122, 23 ff.: *wer mit hewchlerey Seim nechsten stecz důt wonen pey . . ., Vor augen gůet, falsch hinterůeck — Ein weisman meidet solich kaczen, Die voren lecken, hinden kraczen* (normal müsste der Nachsatz etwa folgendermassen lauten: der gleicht den Katzen, die . . ., und den meidet ein weiser Mann); und 307, 151 ff.: *Wo man noch find solch hader kaczen, Den wol ist mit krelen vnd kraczen, Ein ide sach wollen ferfechten . . . Voraus vmb hendel schlecht vnd ring, Da man wol rechtens můesig ging, Sůnst wol vertrůeg durch piderlewt, — Der ist ain narr in seiner hewt,* wo der Gegensatz zwischen Vorder- und Nachsatz noch schroffer ist. Offenbar hat auch hier das Bestreben, dem im Nachsatze ausgesprochenen Gedanken grössere Wucht und Kraft zu verleihen, die Anakoluthie hervorgerufen.

§ 69. Häufiger als Fällen dieser Art begegnet man bei Hans Sachs Perioden, in denen die Anakoluthie durch einen Zwischensatz oder mehrere veranlasst worden ist, die zwischen Vorder- und Nachsatz hineingeschoben sind und den Übergang aus dem ersteren in den letzteren vermitteln, indem der Nachsatz, anstatt die dem Vordersatze genau entsprechende Form anzunehmen, sich an die Zwischensätze anschmiegt. Während also in den oben angeführten Fällen der Übergang aus der ursprünglichen Konstruktion in die spätere gleichsam in einem Sprunge geschieht, biegt hier die im Vordersatze eingeleitete Konstruktion stufenweise und allmählich in die des Nachsatzes ein. Namentlich in Perioden, die mit einem relativen Vordersatze anfangen, lässt sich diese Anakoluthie recht oft nachweisen. Sie hängt hier mit der bei Hans Sachs wie im Mhd. sehr häufigen Eigenthümlichkeit der Satzstellung zusammen, dass zwei oder mehrere Nebensätze die vom selben Hauptsatze abhangen, sämmtlich diesem vorangestellt werden können (mhd. Beispiele bei Paul Gr. § 373, 4.). Unsere Belegstellen sind folgende: FS. 4, 69—71: *Vnd welcher auch nicht ge-*

ren zalt, Wenn die schuldt wird eins Iares alt, So musz jm jener (= der Gläubiger) *darzu gebn* (= dem muss jener etc.); 115, 8 ff.: *Welch mensch mit alter war pehaft, Ob er schon achzig jerig was, Wan er ein stünd im prünen sas, So thetten sich verjüngen wider Sein gmüet, hercz vnd alle gelieder;* 241, 12—14: *Wer in sein müel zv malen kam, War gleich ein pawer oder peck, So grieff er in zv dieff int seck;* 272, 30—32: *Dann welch mensch sich zusammen schmug, Ob der Mensch gleich getroffen ward, So schadet es jhm doch nicht hart;* 287, 149 ff.: *Welch Herr hat so faul Hauszgesind, . . ., Es seyen gleich Meid oder Knecht, Mit solchem . . . geschlecht Ist sein Hausz versehen so wacker, Als* etc. (über die Wortstellung im Nachsatze vgl. oben § 68); 323, 127 ff.: *Wer sich aufrichtig thuet ernern . . ., Wen im glueck teglich ist peystan, . . ., Er halt sich also tügentleich Er ymer wöll, . . ., So fint man doch manch fawlen lawrn, Der in haimlichen feindet on;* 326, 55 ff.: *welcher wirt schenckt wein . . . vnd gos wasser drein, . . ., Wen man solchen wirt det erhaschen, Legt man in auf ain thürn zv spot;* 342, 10 ff.: *Welicher mensch geziegen wart . . ., Wolt er sich ledig machen, So müest ers thon mit solchen sachen;* vgl. noch 250, 53 ff.: *ieder der in dieser stat Ein guet gwerb oder hantwerck hat, . . .* (62) *Wo der selbig ist loser art . . .* (73) *Der gleichen auch dahaim zw haús Kein sparúng hat gar vberaús, . . .* (81—2) *Mit solchem vnornlichem wandel So nembt ab sein gewerb vnd handel.* Aber auch in Perioden anderer Art kann dieselbe Anakoluthie vorkommen, vgl. z. B. Fsp. 14, 22 ff.: *Nun ob ich hie möcht kuntschafft machen, Das mir ein solcher freunt wüert geben, Weil dem menschen schwer ist zw leben . . . An* (= ohne) *einen trewen freunt auf erden . . ., Ein solchen freunt suech ich mit fleis.* Auf den *ob*-Satz sollte hier wohl als Nachsatz etwa: bin ich zu euch hereingekommen o. dergl. folgen; statt dessen hat sich der Nachsatz (mit der Wortstellung eines für sich stehenden Hauptsatzes) an den hineingeschobenen von *Weil* eröffneten Satz angeschlossen.

§ 70. Wir stellen hier noch eine Reihe von Fällen zusammen, wo eine durch den Einschub von Zwischensätzen veranlasste Anakoluthie sich in Sätzen zeigt, die anders gebaut sind als die oben verzeichneten Perioden: FS. 27, 93—6: *Nun merck bey dieser alten Fabel, . . ., Das, wer in dieser welt wil leben, Der musz sich gantz vnd gar ergeben* (statt: sich ganz ergeben muss), vgl. 163, 87—90: *Idoch vnglüeck im sein anschleg Seczt so . . . in die schreg, Das, e verlaúft ein zeit gar kurcz, Sint all sein anschleg fel vnd lúrcz,* ähnliche Fügungen auch im Mhd. (s. Paul Gr. § 391) und bei Luther [s. Franke § 357 unter 1. a)]; — 292, 10 ff.: *Da fragt die guten Herren ich . . .,*

Warumb doch Sanct Niclasen Bild, Wo das stůnd in Kirchen vnd Klausen . . ., Es wer von holtz oder von stein, Reckt es auff zwen finger allein (anstatt die durch *warumb* eingeleitete Konstruktion des abhängigen Fragesatzes zu Ende zu führen, hat der letzte Vers die Form eines zu den eingeschobenen Nebensätzen gehörigen Hauptsatzes), verwandt ist Fsp. 23, 198—203: *Er rewdt mich dennoch auff mein Aidt, Er hat mir heimlich thon viel schenck, O Fraw, vnd wenn ich dran gedenck, Wenn er ahnklopfft vnd fragt euch nach, O wie sehnlich . . . er sach, Wenn ich jm sagt, jr wert nit da* (der Satz *O wie* etc. sollte eigentlich von *dran gedenck* abhängig sein, hat aber die Form eines zu dem eingeschobenen *Wenn*-Satz gehörigen Hauptsatzes); — 363, 116—19: *Der Schultheis sprach: Herr, ich gedacht, Weil jr mir saget gester spat, Der will wer so vil, als die that, Da zeigt ich euch allein den Fisch* (die durch *ich gedacht* eingeleitete Konstruktion bleibt unvollendet wegen der Einschiebung des *Weil*-Satzes, an den sich der letzte Vers *Da zeigt ich* etc. als Hauptsatz anschliesst), analog ist 252, 99—101: *Sag im, wenn in der puechs die salben Ist aus, hat ein ent allent halben, So hais sie vol průnwassers giessen;* — Fsp. 1, 64—9: *zu euch ich kum Vnd bitte euch durch Weiblich gůet, Wann mein hertz . . . Hat euch erwelt . . ., Ich mag auch nit mehr frölich werden, Bisz mir ewr mundt auch lieb vergicht* (bei *bitte euch* schwebte dem Dichter wohl eine Fortsetzung wie *mir Liebe zu versprechen* vor, durch den Einschub des mit *Wann* eröffneten Satzes hat er aber den ursprünglichen Gedankenentwurf vergessen und giebt nun dem Satze einen anderen Ausgang); vgl. Fsp. 5, 87 ff.: *Ich aber, so ich trink den Wein, Den vns Gott gab, wie David deut, . . ., Den Noe, . . ., Erbawt, als er gieng ausz der Arch, Bachus, . . ., jn darnach fand . . ., Hat jn also gebracht herfůr, — Darumb, O Richter, mich quittier;* der Einschub der Relativsätze, namentlich aber der bei *Bachus jn fand* erfolgte Übergang aus relativer in demonstrative Konstruktion, worüber s. unten § 71, *1*, hat es zur Folge gehabt, dass der Dichter die in *Ich aber* angefangene und dann unterbrochene Konstruktion vergessen hat, und dass der Ausgang des Satzes mit dem Anfang nicht harmoniert; aus einem ganz ähnlichen Vorgang erklärt sich folgende Stelle: FS. 353, 147 ff.: *Den wie ein mensch ein schwe auch hat, Daraůff er pey dem tag vmb gat, Nachcz zewcht ers* (= er sie) *ab vnd lest sie ston, Frw so legt er sie wider on — Wer sein gelt also prauchen thůet . . ., Dem selben gar selten zvrint* (zum Übergang aus der relativen Konstruktion in die demonstrative vgl. unten § 71, *2*.).

Hierher stellen wir noch folgende Fälle, in denen die ursprüngliche Konstruktion nach dem Einschub in etwas alterierter Form wieder aufgenommen und fortgesetzt ist: FS. 159, 125 ff.: *Das der mensch . . . Gottes vnerforschling*

weisheit Vnd sein almechtigen gewalt, Wie er himel vnd erd erhalt ..., Nach seinem willen ordinir Alle geschopff vnd creatúr ..., Im allein sag lob, preis vnd er (ursprünglich wollte der Dichter wohl sagen: *das der mensch ... seinen gewalt lobe, preise und ehre*); 227, 1—11: *Eins tages ein schneweisser tauber Mit schimretem gefieder sawber In silberfarbem glancz gezieret, ... Mit purpurfarbem hals pesprenget, ... Als dieser tawber nún erpliket Ein wasser* etc. (die beabsichtigte Konstruktion war hier wohl: *eines Tages erblickte eine Taube ein Wasser;* durch die Einschiebung der langen Beschreibung der Taube hat der Dichter aber vergessen, wie er begonnen hatte und macht nun in anderer Weise einen neuen Anfang); 329, 139 ff.: *Der schwanck zaiget ... on, Wie sich ain armer hantwercks mon, Der kain zinst noch auf hebung hat, ..., Das er mit fuersichtigen sinnen Auch sol im selb ain rechnúng machen* (der *Wie*-Satz ist nach dem Einschub durch den *Das*-Satz fortgesetzt; einen ganz ähnlichen Fall bringt aus dem Mhd. Paul Gr. § 391 letztes Beispiel).

§ 71. Eine Art von Anakoluthie die im Deutschen wie auch in anderen, z. B. den klassischen Sprachen überaus häufig vorkommt, ist der parataktische Übergang aus relativer in demonstrative Konstruktion. Wenn nämlich an einen Relativsatz ein zweiter oder mehrere beigeordnete anzuknüpfen wären, wird sehr oft die relative Konstruktion verlassen, indem im zweiten oder in einem folgenden beigeordneten Satze statt des Relativums ein demonstratives resp. persönliches oder possessives Pronomen eingesetzt wird. Natürlich kann auch hier das Adverbium *da* in Verbindung mit Präpositionen statt eines Pronominalkasus fungieren. Die Wortstellung des Nebensatzes wird nach dem Übergange zur demonstrativen Konstruktion meistens beibehalten; seltener nimmt der Demonstrativsatz auch in Bezug auf die Wortfolge die Form des Hauptsatzes an.

Mittelhochdeutsche Beispiele von Fügungen dieser Art giebt Paul Gr. § 345. Beispiele aus Luthers Sprache stehen bei Franke § 349, 7. Zahlreiche modern nhd. sowie auch lateinische und griechische Belege bringt der Aufsatz von R. Grosser: *Der parataktische Übergang aus Relativsätzen in Demonstrativ- oder Hauptsätze* in der *Zeitschrift für das Gymnasialwesen*, Jahrg. XXXVIII, S. 513—533, wo auch auf weitere einschlägige Litteratur verwiesen wird. Nach Grosser ist die Erscheinung sehr häufig „in den verschiedensten Zeitungen und Journalen von den subalternsten Geschäftsanzeigen und Tagesberichten bis zu den schwungvollsten Leitartikeln". Aber auch die „namhaftesten Schriftsteller, Dichter und andere, Männer der Wissenschaft, darunter Stilisten ersten Ranges, haben sich jener Unregelmässigkeit in weit ausgedehn-

terem Maasse bedient, als man gemeiniglich annimmt. Dies gilt insbesondere von Wolfg. Goethe".

Auch bei Hans Sachs ist die fragliche Anakoluthie sehr häufig anzutreffen. Da bei unserem Dichter die Wortstellung ganz willkürlich und regellos ist, lassen sich die Fälle, in denen beim Übergang zur demonstrativen Konstruktion die Form des Hauptsatzes eintritt, nicht reinlich von denen sondern, in welchen die Wortfolge des Nebensatzes bewahrt ist. Wir können die ersteren deshalb nicht als eine besondere Gruppe behandeln, wie Grosser thut (S. 532), sondern verzeichnen sie in Zusammenhang mit den letzteren. Wir unterscheiden zwei Hauptgruppen von Belegen der oben charakterisierten Anakoluthie. Der Übergang zur demonstrativen Konstruktion erfolgt nämlich 1:o in Fällen, wo die beigeordneten Sätze denselben Kasus des Pronomens verlangen; 2:o in Fällen, wo der letztere Satz einen anderen Kasus verlangt als der erstere.

1. Das Pronomen *der* kann, sowie das Adverb *da*, sowohl relative als demonstrative Bedeutung haben und bei der Regellosigkeit der Wortstellung lässt sich daher bei Hans Sachs nicht immer feststellen, ob ein von diesen Wörtern eingeleiteter Satz ein Relativsatz oder ein Demonstrativsatz sei. Unsicher bleibt es daher, ob die beiden folgenden Fälle als Belege eines Überganges aus relativer in demonstrative Konstruktion gelten können: 202, 111—15: *Den doch ... Procůratores vnd jůristen ... füeren ain krůme stras, ..., Vnd jn auf sein widerpart heczen* und 240, 118—21: *(wir) oft kurzer zeit ain vrteil finden, Nach der ainfelting ghrechtikeit, Darmit ir vmbget lange zeit, Suecht darin ewern gwin vnd nůecz;* denn im ersteren kann wohl *Den*, im letzteren *Darmit* ebensogut demonstrativ als relativ aufgefasst werden. Ähnlich verhält es sich vielleicht mit der Verbindung *darauf* FS. 30, 275—7: *(die lůg) Gleich worden ist ein hoher Berck, Darauff das volck hat sein zuflucht, Sein schalckheit mit zu decken sucht.* Unsicher bleibt auch, aber aus anderem Grunde, folgende Stelle: 208, 23—5: *Das ist ein man, Der im ain freůnt erwel an schmerczen, Mit dem er red wie mit seim herzen, Vnd hab mit im ain gleichen willen;* hier kann nämlich der Satz *hab mit im* etc. auch mit dem Satze *Der erwel* etc. koordiniert sein, sodass kein Übergang anzunehmen ist. Dagegen findet der Übergang wahrscheinlich statt 250, 68—72: *(Wo der selbig) Etwan an loser gselschaft hecht, Mit den er siczet zv dem wein ..., Vnd mit in auch in allem spil Vnden vnd oben liegen wil*, denn dass hier *den* (= denen) vom Dichter als Demonstrativum gefasst wäre, scheint uns nicht annehmbar. Ein weiteres hierhergehöriges Beispiel ist wohl 374, 82—4: *In dem heilligen stant der ee, Welichen hat verornet got In dem anfang vnd den gepot*, wo *den* wohl nicht relativ zu nehmen ist. Ebenso kann wohl 297, 56—8: *(ist) Mit lůg vnd*

vntrew vberzogen, Darmit er vmbgeht vber tag Vnd mit (= damit) *beschedigt, wen er mag* das zweite *damit* nicht relativ sein. Ferner gehören hierher 316, 54—6: *Wen er in det am hassen* (= Hasen) *rechen, Von dem er wer peschedigt worn Vnd het im auch den aid geschworn* (= und dem er . . . geschworen hätte); 297, 53 ff.: *Wo man find ein vntrewen Mann, Der sich nimbt keiner frümbkeit an, . . .* (60) *Vnd auch desz nicht verschonen thut, Der jm thet hilff vnd trew beweisen In not, noch thut er sich befleissen* etc. (der Satz *noch thut er* etc. sollte eigentlich die im V. 60 noch festgehaltene Relativkonstruktion weiter fortspinnen; statt dessen tritt, klarer und viel weniger schleppend, die Form des Hauptsatzes ein); Fsp. 5, 87 ff.: *Ich aber, so ich trink den Wein, Den vns Gott gab, . . ., Den Noe, . . ., Erbawt, . . ., Bachus, der Gott, jn darnach fand* etc. (statt: den Bachus . . . fand, über den Nachsatz s. oben § 70). Hier führen wir auch folgende Fälle an, in denen ein zwischen die Sätze, die eigentlich beigeordnet sein sollten, hineingeschobener Nebensatz oder mehrere solche das Verlassen der relativen Konstruktion veranlasst haben: FS. 11, 45 ff.: *Wo der ein faule Eszlin hat, Darbey sein Eheweib man verstat, Die zeerhafft ist vnd geren schlempt, Was er gewint, sie jm verdempt* (gemeint ist: Die . . . schlempt vnd jm was er gewint verdempt; Nachsatz zu *Wo der hat* folgt erst V. 52); Fsp. 83, 318 ff.: *Wer auch nit schweigen kon, Sünder peschnattert alle ding, Obs gleich schant oder schaden pring, Es sey auch gleich war oder nicht, Noch* (= dennoch) *ers auf das spötlichs aůsricht* (der Satz *Noch ers . . . aůsricht*, der jetzt die Form des zu den vorhergehenden Nebensätzen gehörigen Hauptsatzes hat, sollte eigentlich mit dem Satze *Wer nit kan* koordiniert sein; es sollte eigentlich heissen: Wer . . . peschnattert und, obs gleich . . . pring, es sey auch . . . oder nicht, dennoch sie ausrichtet; der Nachsatz folgt erst V. 328 ff.). Ein ähnlicher Übergang ist wohl anzunehmen auch 292, 61 ff.: *Zum ändren thut S. Niclas schwern Eim Weib, welliche sitzt in Ehrn Mit einem älten, reichen Mann, . . ., Vnd wenn der stirbet . . ., Thuts vor den Leuten weyn vnd klagen, Ist jr doch nicht gar vmb das hertz;* denn gemeint hat der Dichter jedenfalls: Einem Weib, welche sitzt . . . und welche, wenn der stirbt, vor den Leuten klagt, obgleich es ihr nicht sehr ums Herz liegt. Der Übergang in die Form des Hauptsatzes bei *Thuts* etc. hat die parataktische Anfügung des folgenden Satzes *Ist jr doch* etc. zur Folge gehabt.

2. Am gewöhnlichsten ist der Übergang aus relativer in demonstrative Konstruktion, wenn der letztere von den beigeordneten Sätzen einen anderen Kasus des Pronomens verlangt als der erstere. So im Mhd. (s. Paul Gr. a. a. O.), so bei Luther (s. Franke a. a. O.), so auch in der modernen Sprache (s. Grosser S. 526 f., wo zahlreiche Beispiele aus den Schriften von Goethe,

Gutzkow, Auerbach, Roquette, J. Grimm, von Schulmännern wie Voss, Seyffert, Nägelsbach, Döderlein mitgeteilt werden). Ähnlich verhält es sich auch bei Hans Sachs. Unsere Beispiele sind folgende: FS. 218, 19—21: *Ein vngschaffen veruechter mon, Welchen idermon feindet on Vnd seiner gstalt ein abschew het* (statt: und dessen Gestalt jeder verabscheute); 337, 60—62: *(Schawt) Das haubt vom Heilling Stolprion, Welches ich hab zv Rom genůmen, Pin mit zw ewer lieb herkůmen* (statt: mit welchem ich hergek. bin); 354, 87—9: *(dis sprichwort) Weliches sagt, das vil verdirbet, Welches man nit offentlich wirbet, Sůnder des gedenckt vnd doch schweiget;* Fsp. 14, 336—9: *Welch man eins waren freunz pegert In tugent vnd in redlikeit, In rechter trew zw aller zeit Pleibt sein herz vnd gemůet vereint, Der selb ist allen hewchlern feint* (= und dessen Herz in Treue vereint bleibt); 78, 190—192: *Wer solchs . . . nit erschwingen kon, Vnd im darmit entschluepft ain fůes, Pillig man sein den lachen mues* (= und wem der Fuss entschlüpft); vgl. FS. 24, 119—21: *dis sind die rechten nachtraben, Den offt die schergen nach thun traben Vnd schlőppen sie gen Lochaym ein;* 140, 39—40: *ein kůesse* (= Kissen), *Draůff er sich legt vnd sein genuesse;* 148, 152—4: *(Fant) gancze krůeg mit wein, So die hausmaid verstosen thetten, Darmit haimlich den mewchler hetten;* 186, 105—8: *ein man . . . sol . . . Frembden gesten nit weit vertrawen, . . ., die er nit kenn, Von in nit weis, wie oder wenn;* 318, 131 ff.: *maint ir, man fint nicht heut Noch recht . . . gelawbig lewt, Die in cristlicher hoffnůng leben . . ., Vnd in all irem crewcz vnd qůel . . . Stet ir gepet vnd hercz stet* (= stets) *offen* (= und deren Herz offen steht); 353, 147 ff.: *Den wie ein mensch ein schwe auch hat, Darauff er pey dem tag vmb gat, Nachcz zewcht ers ab vnd lest sie ston* (= die er nachts abzieht; über den Nachsatz s. oben § 70); 363, 29—31: *Vmbgehst mit der Ehbrecherey, Das dir doch also schendlich sey Vnd dein Gwissen mit ist beschwert* (= und womit dein G. beschwert ist; *sey* aus Reimnot gesetzt statt *ist*). Wahrscheinlich gehört hierher auch 212, 63 ff.: *(ain weib) Die eyffert, průmbt, gront, zanckt vnd kift, Dag vnde nacht an dem man nift, . . ., Der gleichen ire maid vnd knecht Kunen ir nit gnůg thůn noch recht* (= die . . . nift und der auch ihre Mägde nicht recht thun können). Ebenso 253, 20—22: *Der gleich der můncz gar důeckisch strelt, Die er auch padet vnd peschnit Vnd drib vil schwinder grifflein mit*, wo *Die* wohl kaum als Demonstrativum gefasst werden kann.

§ 72. In Zusammenhang mit dem oben besprochenen Übergang aus relativer in demonstrative Konstruktion hat Grosser (S. 529 ff.) auch die Erscheinung behandelt, dass an einen vorhergehenden Relativsatz parataktisch ein

Satz angeknüpft ist, zu dem das Relativum nicht mitgehört, der überhaupt mit dem Relativsatze kein gemeinsames Bezugswort hat. „den Begriff, auf welchen sich das Relativum bezieht, gar nicht in sich enthält" (Paul Gr. § 345, Anm. 1). Auch dieser Gebrauch ist im Deutschen weit ausgedehnt. Grosser giebt ausser einem Beleg aus der Bibelsprache nur spätnhd. Goethe, Freytag, Schopenhauer entnommene Beispiele. Aus dem Mhd. führt Beispiele an Paul a. a. O. Auch bei Hans Sachs sind Fälle der angegebenen Art nicht selten zu belegen. Sie lassen sich wohl am besten in Anschluss an die im vorhergehenden § verzeichneten besprechen, damit wollen wir aber nicht gesagt haben, dass sie mit diesen gleichartig wären. Im Gegenteil, sie sind von diesen wohl zu unterscheiden. Sie enthalten nämlich keine Anakoluthie, kein unberechtigtes Verlassen der relativen Konstruktion, sondern es liegt vielmehr ein unberechtigtes Verharren in derselben vor, eine unberechtigte Zusammenziehung zweier nicht gleichartigen und nicht gleichwertigen Sätze, wobei ein Satzteil (das Relativum), der nur zum einen Satz gehört, als beiden gemeinsam behandelt ist (vgl. Matthias S. 279 a. E. und S. 282). Fügungen dieser Art haben wir bei Hans Sachs an folgenden Stellen bemerkt: 143, 123—6: *(in trůnckenheit) manch man wirt vberladen Mit vnglimpff, sůnden, schant vnd schaden, On was trůnckenheit selber pringt, Zw kranckheit vnd zw armůet dringt* (= indem sie zu K. u. A. drängt); 113, 33—5: *Las mir nach ainen mon, Mit dem ich mich vergessen hon, Schwacheit halb nit an dir gehalten* (= sodass ich, indem ich nicht . . . gehalten habe); 162, 162—4: *Das dir kains folg der pősen stůeck, Der losz mender gewarten můesen, Ir důeck mit schant vnd schaden půesen* (= indem sie . . . büssen); 229, 82—5: *Darmit er* (der Arme) *im* (dem Reichen) *den thuet vergleichen Sein vnpild, vor von im entpfangen, Das* (dieser) *aus verachtůng thet herlangen, In gewaltig thet vnterdrůecken* (= indem er ihn unterdrückte); 371, 30—33: *Dein kranckheit die nembt heftig zv, die dw hast an den pfifferling gessen, Die dw vngschwungen hast gefressen, Vnd geyczig drůncken aus dem pach* (= weshalb du, sodass du . . . trankst). Unsicher bleibt folgende Stelle: FS. 225, 43—5: *Haistw das gůet, das man sůnst schewcht, Darfor doch alle menscheit flewcht Vnd stelt nach aim můesigen leben,* wo *Darfor* vielleicht demonstrativ gefasst werden kann; ferner 250, 53—8: *ieder, der in dieser stat Ein . . . handtwerck hat, Darmit er sich wol mag . . . neren, Vnd darff zv gnaden gen nimant*, denn hier knüpft sich der Satz *Vnd darff* etc. wahrscheinlich nicht an den Satz *Darmit er mag*, sondern an den vorhergehenden *ieder der hat*, sodass also wahrscheinlich keine Anomalie vorliegt. — Mit den bisher verzeichneten Fällen sind folgende nicht vollständig gleichzusetzen FS. 298, 187 ff.: *Mit dem wolff zeygt Esopus an Ein . . . Mann, Der*

sich ... möcht nehrn In eim geringen Stand ..., Welch ringen Stand er doch veracht Vnd einem höhern Standt nach tracht; 312, 4—6: *Die* (Frau) *het ain man, der war vralt, Welchen die fraw het lieb vnd wert, Vnd keiner puelerey pegert;* Fsp. 47, 300 ff.: *Schaw, also mein Seligkeit steht Alzeyt in forcht, sorg vnd arbeyt, Welche du jetz ein kleine zeyt Entpfunden hast, vnd bittest mich, Ich sol wider frey machen dich.* Während nämlich in den zuerst angeführten Belegen der parataktisch angeknüpfte Satz dem relativen logisch untergeordnet, d. h. mit einem den Relativsatz bestimmenden Nebensatz gleichwertig ist, beruht hier die Parataxe wohl darauf, dass der Relativsatz selbst logisch mit einem selbständigen Hauptsatz gleichwertig ist und statt eines solchen steht (vgl. § 66, *1*).

Eine Analogie haben die Fügungen der oben charakterisierten Art in folgenden Fällen: Fsp. 65, 86—7: *Was hapt ir hie vür ain ratschlag In der kirchen vnd secht so saur;* 72, 271—2: *Wo hat sie nur der mon genümen Vnd ist in Düergner lant mit kümen* insofern, als hier an eine Frage sich ein Satz anknüpft, der das Fragewort mit ihr nicht gemein hat, ähnlich wie oben an einen Relativsatz ein Satz angeknüpft wurde, zu dem das Relativum nicht mit gezogen werden kann. Mit den zwei letzten Beispielen sind folgende Stellen analog: FS. 100, 19—21: *Der ain ret von grawsamen dingen: was die sel im painhaüs pegingen Vnd machten oft ain gros gerümpel;* 190, 73—5: *Fing seinr köchin zv sagen on, Was schmach im Federlein het thon, Mit dem glüng gschlagen für die kerben,* nur dass der Fragesatz hier ein indirekter ist.

§ 73. Um zu den Anakoluthien zurückzukommen, so steht dem Übergange aus relativer in demonstrative Konstruktion am nächsten der Übergang aus abhängiger Konstruktion in unabhängige, aus Nebensätzen überhaupt in Hauptsätze. Wie nämlich in Fällen, wo zwei oder mehrere Relativsätze einander parataktisch anzuknüpfen wären, die Relativkonstruktion oft verlassen wird, in entsprechender Weise wird auch sonst, wo mehrere gleichartige Nebensätze mit einander koordiniert werden sollten, nicht selten die Form der Abhängigkeit aufgegeben und in selbständige, unabhängige Konstruktion übergegangen. Es zeigt sich also hier dieselbe Anakoluthie, welche oben § 71 besprochen wurde, in Sätzen anderer Art.

1. Namentlich wo zwei oder mehrere koordinierte *Dass*-Sätze einander anzureihen wären, tritt oft statt des zweiten oder eines folgenden ein unabhängiger Satz ein. Am fühlbarsten ist die Anakoluthie, wenn die Sätze sich unmittelbar aneinander schliessen, wie z. B. FS. 22, 41—4: *Ein weyser man der lehr hie bey, Das er sich hüt vor schmeychlerey, Sonder er red mit seinem*

mund Getrewlich seines hertzen grund (= dass er sich hüte . . . und treulich . . . rede; *Sonder* deutet auf eine Kontamination von *sich hüten* mit einem auch der Form nach negativen Verbum, vgl. oben § 53); 266, 105—7: *Nach dem sach er erst an der stet, Das er sein prechsen nit mer het, Sünder lag noch vnden im prünen* (Subjekt zu *lag* aus dem Akkusativ *prechsen* zu entnehmen); 306, 94—8: *Zümb driten wundert mich pesunder, Das die münich . . . Schweren kewscheit, doch nit des minder Haben sie all vil klainer kinder;* Fsp. 11, 244—7: *Das ist der . . . zornig Narr, Das du mochst nyemand vber sehen, Viel Heder vnd zenck thetst du an dreen, In gsellschafft machest viel auffrur* (= dass du niemand . . . mochtest, sondern . . . anstiftetest und . . . machtest); Fsp. 52, 336—7: *Wie das denn gehn* (= jene) *sindt Herren worn Vnd diese vier hast du veracht.* Eigentümlich ist folgende Stelle: FS. 79, 58—60: *Das sprichwort sagt mit scherczen, Das ainem wirt das haile, Dem andren wirt das saile.* Es scheint hier das Sprichwort trotz des einleitenden *dass* nicht nur dem Inhalte sondern auch dem Wortlaute nach, in direkter Form angeführt zu sein. Die Konjunktion *dass* hätte also hier nur die Rolle der heutigen Anführungszeichen; ähnlich folgt ja dem griechischen ὅτι oft die direkte Form der Rede (s. Blass a. a. O. S. 280). — Weniger greifbar kommt uns die Anakoluthie vor, wenn der Übergang in die Form des Hauptsatzes erst nach mehreren koordinierten *dass*-Sätzen erfolgt, wie z. B. FS. 237, 75 ff.: *Wen nün das alter kümpt da her, . . ., Das sein krefft vnd sterck schwinden hin, . . ., Auch schwach vnd kürcz gedechtnüs wirt, . . ., Kurcz aten vnd stamlent auspricht, . . ., Auch zitrent paide fues vnd hent, Kan gar nit, wie vor, . . ., Sein dinst verpringen* etc. (gemeint ist: und dass er gar nicht, wie vorher, seinen Dienst verrichten kann; der Nachsatz zu *wenn . . . kommt* folgt erst V. 89). Deutlicher ist die Anakoluthie wieder 348, 71 ff.: *Welch mensch hat die posen gwonheit, Das er den leüten . . . Thuet vbelreden . . . Vnd was er sie als hat gezigen, Drin duet er vnferschamet liegen* (statt: dass er d. Leuten Böses nachredet und darin, was . . ., unverschämt lügt; Nachsatz erst V. 79); hier ist der Übergang in die Form des Hauptsatzes durch den nach *und* eingeschobenen Relativsatz veranlasst. In einem Falle wie 158, 109 ff.: *Pey diesem schwanck sol leren thon, Ein . . . mon, Wo er . . . zw disch wil dienen, Das er nit . . . sey gienen, Wie ein ider . . . es* (= esse), *Das er sich nit glaffent vergesz Vnd ein vnghreimpten possen reis, Sünder . . . mit fleis Hab er auf sein dischdienen acht* etc. trägt das Aufgeben der abhängigen Konstruktion nach *Sünder* wesentlich zur Klarheit des Sinnes bei. Wäre nämlich die Konstruktion des *Dass*-Satzes nach *Sünder* beibehalten, so würde man den von *Sünder* eingeleiteten Satz leicht mit dem vorhergehenden finalen *Das*-Satze koordinieren und

der Zusammenhang dadurch unklar werden. Eine analoge Stelle findet sich FS. 174, b. 15 ff.: *wolst zv vns schaffen . . . Etlich aůs deinem hoff gesind, Von den man saget vnferhol, Wie das sie můgen zechen wol, Den wein . . . drincken, Das sie nachtz haim an wenden hincken, Etlich můegen weintragen wol* etc. Auch hier verhütet die in *Etlich můegen* eingeleitete unabhängige Konstruktion die Koordination dieses Satzes mit dem vorhergehenden *Das*-Satze, welche bei beibehaltener Form der Abhängigkeit naheliegen und störend wirken würde.

2. Bei Koordination von Nebensätzen anderer Art findet ein Übergang aus abhängiger in unabhängige Konstruktion statt noch FS. 89, 43—5: *Wie die Sirenen sůeslich singen, In hertten schlaff die schifflewt dringen, Darnach vmbkeren sie das schieff* (= und danach d. Schiff umkehren); FS. 10, 10—13: *klagen . . .*, *Wie keyner seyner* (Frau) *recht kůnd thon Vnd, was nur vberzwerch thet gon, Můst die schuld alleyn tragen er* (statt: und, . . ., jeder allein die Schuld tragen müsste; der Übergang ist durch den nach *und* eingeschobenen Relativsatz veranlasst); Fsp. 5, 481 ff.: *jr solt ewre Kinder halten Vnter der Ruten, . . ., Auff das nit wůstling darausz werden, Die . . . . Ewr gut . . . versauffn . . . vnd zum thor ausz lauffn, Sonder auffziecht sie . . . Auff . . . sitten vnd tugent!* (= auf dass nicht . . . werden, sondern ihr sie . . . aufziehet); Fsp. 68, 367—8: *Weil ich . . . drauff het kain acht, Sunder ich prasset tag vnd nacht* (= sondern T. und N. prasste). — Hierher sind auch die folgenden Fälle zu führen, in denen statt eines Nebensatzes eine Infinitiv- oder Partizipialkonstruktion auftritt. FS. 148, 196 ff.: *fand alle ding . . . Geschmuckt mit grosem vnkost sein Mit . . . kostlicher dapeczerey, Die went der klůeft vnd locher vol, . . ., Der offen vberhoch vnd weit;* bei *Der offen*, vielleicht schon bei *Die went*, hat sich der Dichter offenbar ein *war*, resp. *waren* als Prädikatsverb gedacht und es liegt somit hier ein Übergang aus dem Accusativus cum Infinitivo in den Hauptsatz vor. Eigentümlich und befremdend ist die Anakoluthie FS. 227, 1 ff.: *Eins tages ein schneweisser tauber, mit schimretem gefieder . . . gezieret, . . .*, *Mit purpur farbem hals pesprenget Vnd sitig farb darein gemenget, Sein augen lewchten wie ruebin, Darumb ringweis glanczent erschin* etc. Die regelrechte den Partizipialkonstruktionen entsprechende Nebensatzform mit Verbum finitum wäre hier natürlich die des Relativsatzes. Wollte der Dichter, wie es scheint, auf die Partizipien einen gleichwertigen Satz folgen lassen, so hätte er also, um korrekt zu sein, Relativsätze wählen müssen: eine Taube, mit schimmerndem Gefieder etc., deren Augen wie Rubinen leuchteten. Statt dessen hat er bei *Sein augen lewchten* die Hauptsatzform eingeführt und fährt in dieser fort Ausserdem enthält die Stelle eine andere Anakoluthie, worüber vgl. oben § 70.

Auch folgende bemerkenswerte Stelle lässt sich am besten hier anreihen, da man wohl sagen kann, dass auch darin gewissermassen ein Übergang aus Abhängigkeit in Selbständigkeit, ein Aufgeben eines Abhängigkeitsverhältnisses stattfindet. Wir meinen FS. 153, 72 ff.: *(sag) Ob dw nicht mit der zeit entpfechst Zitrent hent vnd fües nit allein, . . ., Ein dollen kopff, ain posen magen, Sunder flús, schwintsúecht wirt dich plagen, Das dw ausdorrest wie ein grieb.* Statt dem Verbum *entpfechst* zwei einander parallele Reihen von Objekten durch *nit allein — Sunder* beizugeben, macht der Dichter hier die nach *Sunder* folgenden Substantive vom Verbum *entpfechst* unabhängig und zu Subjekten eines neuen Verbums. Es hat daher auf den ersten Blick den Anschein, als ob hier *nit allein — sunder* zwei Sätze mit einander koordinieren würden, während sie nach dem ursprünglichen Entwurfe der Konstruktion zur Koordination von Satzteilen dienen sollten.

2. Wenn das Satzganze mit einem Nebensatze beginnt, kann infolge des Überganges aus abhängiger in unabhängige Konstruktion der eigentümliche Fall eintreten, dass in der angefangenen Periode der Nachsatz überhaupt ausbleibt, oder wenigstens kein Satz deutlich als Nachsatz erkennbar und vom Dichter empfunden ist. Eine Stelle, wo dies der Fall ist, findet sich z. B. FS. 349, 84 ff.: *Wer noch ist hewt auf diesen tag Ainfeltig, grob, dolpischer sin Vnd hat kein vnterschaid . . ., Sünder was im einfallen thüet, . . ., Dem selben er nach kümet entlich, Vnd das gen seinem nechsten vbet, Auch* etc. Nach dem Einschub des Relativsatzes nach *Sünder* ist der Dichter bei *Dem selben er nach kümet* in die Form der Unabhängigkeit übergegangen und fährt nun fort, als ob er die Periode nicht mit einem relativen Vordersatze begonnen hätte. Ein weiteres Beispiel ist FS. 225, 17 ff.: *O prueder wolff, weil mich gott hat Zv der arbeit peschaffen glat, . . ., Vnd gewin mein speis mit dem pflueg Von dem menschen, der helt mir schüecz, Auch hab ich von der arbeit nüecz, . . ., Hab ein güet gwissen imer zw* etc.; es geht weiter, als ob der *weil*-Satz gar nicht da wäre; allerdings könnte V. 36: *Derhalben acht ich für kain straff die arbeit* als Nachsatz gelten, wir glauben aber nicht dass der Dichter ihn als solchen empfunden hat. Nach dem bei *Auch hab ich* erfolgten Übergange in selbständige Konstruktion fährt er in dieser fort und reiht auch den Satz *Derhalben acht ich* etc. als einen selbständigen, für sich stehenden Satz den vorhergehenden Sätzen an. — Ausser in den angeführten Fällen kommt das Fehlen eines Nachsatzes namentlich in Perioden, die mit einem durch *als* eröffneten Temporalsatze beginnen, mehrmals vor. So z. B. FS. 222, 4 ff.: *Vnd als sie wolten paidesander Reisen durch ainen wüesten*

walt, Darinen vor . . . Waren der leut an zal vil worn Peraubt . . ., — So war aüch dieser walt vnsawber Von wilden schwein . . . vnd peren, Das nimant durch den walt ging gern — Doch woltens die zwen gsellen wagen Vnd . . . Den Relativsatz *Darinen* etc. hat der Dichter hier wohl mit einem demonstrativen verwechselt und reiht nun diesem die folgenden Sätze parataktisch an, sodass der temporale Vordersatz ohne Nachsatz bleibt. Ähnlich erklärt sich wohl 294, 1 ff.: *Als zu Marpurg ein weber sasz, Der gar ein fauler schlüffel was, Der täglich sasse bey dem Wein . . ., Lisz Weib vnd Kind am hungrtuch nehen, Die dorfft gar nichtsen zu jm jehen, Dann er thet sie schlahen . . . Vnd . . . Vnd . . .* Ferner ist hier zu besprechen FS. 286, 1 ff.: *Als zu Franckfurt vor manchem Iar, Am Mayn, der Haubtstatte, da war Eins tags gehalten Halsgericht Vber gar ein jungen Böszwicht, . . ., Der war ein wolgestalt Person, . . ., Vnd hett gar ein Höflichen gang, . . ., Der war gewesen ein Straszrauber* etc. Hier scheint der Dichter schon durch die erklärenden appositionellen Zusätze *Am Mayn, der Haubtstatte* von dem ursprünglichen Geleise der Konstruktion abgeführt worden zu sein, denn er fährt fort, als ob kein *als*-Satz vorherginge, als ob er angefangen hätte: Zu F. . . . da war eins tags etc.; V. 13: *Disem solt man den kopf abhawen* ist vom Dichter wohl nicht mehr als Nachsatz empfunden, sondern ein den vorhergehenden paralleler selbständiger Satz. Ähnlich bleibt das *als* unberücksichtigt 291, 1 ff.: *Als Esopus in seiner Iugendt War vol weiszheit, sitten vnd tugent Vnd stellt sich doch einfeltig schlecht, Wann er war ein verkauffter Knecht* etc.; es ist fortgefahren, als ob der Anfang lauten würde: Esopus in seiner Iugendt War etc. Ebenso 351, 1 ff.: *Vor dem wald in Amberg, der stat, Sich aüf ein zeit pegeben hat, Als alda wont vor manchem jar Ein jung vngnit efolck fürwar, Derhalben es auch . . . In . . . hader lag, Wan ir gab gar keins vmb das ander, Wolten herr sein paidesander, Vnd* etc.; das *als* bleibt ohne Einfluss auf das Folgende. Auch wenn auf den *als*-Satz mehrere untergeordnete Sätze folgen, die eigentlich zwischen den *als*-Satz und den Nachsatz hineingeschoben sein sollten, kommt es vor, dass der Dichter den Anfang der Periode vergisst und der Nachsatz ausbleibt. So FS. 65, 1 ff.: *Als ich an ainer samstag nacht In angsten lag vnd mir gedacht, Wie ich mit dem dewfel het geret, Zewgen zw stelen, der ich het Pis her nit müegen kümen an, Das auf ert frům wer iderman; Idermon sagt, ich het nit war; Nůn wer verschinnen zehen jar; Des psorget ich im herczen mein, Er wuersz nicht so güet lassen sein, Sůnder* etc. Möglich, wenn auch nicht sehr wahrscheinlich, ist es jedoch, dass hier der Nachsatz in V. 9 *Des psorget ich* stecken kann.

§ 74. Als eine Art Anakoluthie kann auch die sogenannte *oratio variata* bezeichnet werden. Mit diesem Namen bezeichnet man bekanntlich eine Redeweise, bei welcher in zwei oder mehreren koordinierten Gliedern eines Satzes zwei oder mehrere gleichbedeutende Konstruktionen auf einander folgen. Man hat es somit auch hier mit einer mangelhaften Durchführung der ursprünglich gewählten Konstruktion, also mit einer Anakoluthie zu thun. Doch unterscheidet sich die oratio variata wesentlich von den übrigen Arten der Anakoluthie dadurch, dass dabei die verschiedenen Konstruktionen in ihrer vollen Form einander ablösen, während sonst bei der Anakoluthie die ursprüngliche Konstruktion unvollendet gelassen, unterbrochen, und ihr eine andere unterschoben wird. Bei Hans Sachs ist die oratio variata, der Wechsel gleichbedeutender Konstruktionen, eine recht häufig vorkommende Erscheinung, und wir haben mehrere Arten derselben zu unterscheiden.

1. Eine von den gewöhnlichsten ist die, bei welcher im ersteren von zwei koordinierten Satzgliedern eine Form von *sollen* mit dazu gehörigem Infinitiv steht, im letzteren ein Imperativ oder — wenn, wie meist, in dritter Person gesprochen wird — ein adhortativer Konjunktiv. Ein mhd. Fall dieser Art bei *Paul* Gr. § 392. Beispiele: FS. 164, 44—6: *Da solt dw haben vnd sie paid Ider . . . ein schwert, Vnd machet mit ain krais an der ert;* 168, 160—163: *Pey der geschicht so sol man wissen, Das nimant so palt sol gelaůben, Mit fabelwerck sich las petaůben Von frembden leuten;* 269, 57—61: *Derhalben sol . . . ain hoffman . . . ausrichten . . . Was im ambz halb pefolhen ist, Vnd das selb thw mit hochem fleis,* ähnliche Fälle noch z. B. 210, 107—10; 367, 2—3; Fsp. 66, 322—5. Umgekehrt ist die Reihenfolge der Konstruktionen 368, 80—82: *Desz hab sie fleissige bewarung, Halt sich ein Iunckfraw demůtig wol Vnd gar niemand verachten sol.* In den bisherigen Belegen waren die Satzglieder entweder beide positiv oder beide negativ. Weniger fällt der Wechsel der Konstruktionen auf, wenn die Satzglieder einander entgegengesetzt sind, z. B. Fsp. 43, 170—71: *Kein antwort jr jhm geben solt Vnd geht samb zornig ausz dem Hausz* (= sondern geht), besonders wenn sie sich noch dazu nicht unmittelbar aneinander schliessen, sondern durch ein oder mehrere Zwischenglieder getrennt sind, wie z. B. FS. 48, 58—61: *Das Gaystlich volck . . .*, *Sol nit zu viel studieren, Das es nit schad dem hieren* (Gehirn), *Sunder im pet thu schwitzen;* FS. 87, 49 ff.: *Der sol got drůmb dancksagen, Nit stecz můrren noch clagen, . . .* (60) *Sůnder danck gottes gnaden;* bei umgekehrter Reihenfolge der Konstruktionen FS. 9, 151 ff.: *Ir frawen so nempt bey mir ler, Das ewer keyne . . . Vber jrn man . . . klag, Vorausz wo manr nicht helfen mag . . ., Sonder sie sol jn . . . Gůtlich straffen* (Obs.! gleichzeitig Übergang aus dem

Das-Satze in selbständige Konstruktion). In Fällen dieser Art trägt der Konstruktionswechsel dazu bei, den Gegensatz schärfer und fühlbarer zu machen.

2. Nur ganz selten begegnet man in koordinierten Satzgliedern einem Wechsel zwischen *müssen* + Infinitiv und einem Imperativ oder adhortativen Konjunktiv. Wir haben nur folgendes Beispiel: FS. 27, 129—31: *Der musz sich nicht anfechten lan, Das er der welt nit recht kan than, Sonder geh jmmer für sich hin,* wo die Satzglieder einander entgegengesetzt und von einander getrennt sind. Mit diesem Falle hat der folgende nichts zu schaffen: FS. 58, 91—4: *Was ich aufras in vberflues, Manch haůsfolck hart ersparen můes, Mit gueten zenen vbel essen, Frw aufsten, lang int nacht gesessen;* denn hier steht das Partizipium *gesessen* nicht statt eines Imperativs, sondern das Auffallende und Befremdende der Konstruktion liegt darin, dass das Partiz. Perf. eines intransitiven Verbums als prädikatives Attribut in aktivem Sinne gebraucht ist, wo eigentlich ein Satz wie *nachdem sie gesessen haben* erforderlich wäre.

3. Selten ist auch der Fall, dass in dem einen von zwei koordinierten Satzgliedern, die vom selben Verbum abhängig sind, eine Form von *wollen* mit dazu gehörigem Infinitiv, in dem anderen ein Imperativ gesetzt ist. Nur folgende Belege haben wir bemerkt: FS. 359, 70—71: *Ich bitt dich, lasz dein zoren ab Vnd wolst das alls verzeyhen mir,* bei umgekehrter Folge der Konstruktionen Fsp. 37, 249—51: *Zum dritten mal beschwer ich dich, Du wolst nit lenger saumen mich Vnd komb in den kreis zu mir her.* Ein analoger Wechsel zwischen einem *dass*-Satze und einem Imperativ findet sich Fsp. 76, 300—305: *Gaist, ich peschwer dich ... Vnd das dw arger Belzepock Ausfarest vber stain vnd stock ... Vnd raům mir eillent dieses haus!* [über das pleonastische *Vnd* vor *das* s. Teil I § 86, *2*, c)], vgl. dagegen ib. 364 ff.: *Ich peschwer dich ... Das dw ... Hinfarest ... Vnd raůmest mir pald dieses haůs.*

4. Einen Wechsel zwischen verschiedenen Formen eines Konditionalsatzes weisen folgende Stellen auf: FS. 67, 272—4: *Wen ichs ie můes leiden Vnd hab ich den genad pey dir, So mach kein pawren schůch aus mir;* 292, 105 ff.: *Wenn dem zusteht ein grosses glůck, Zufellt ein dapffer Erbes stůck, Oder macht jhn ein Heyrath reich ..., So kert sich denn Leber vnd lungen Vmb in dem reichgemachten Mann;* 368, 85 ff.: *Wenn jr denn auch ein Fusz entschlůpffet, Vnd dasz sie auch durch das Sib hůpffet ..., Oder schlegt ander vnglůck zu, Denn spottet jr auch jederman.* Ähnliche Beispiele aus dem Mhd. bei Paul a. a. O.

5. Im Mhd. findet sich bisweilen auch ein Wechsel zwischen verschiedenen Formen eines Objektssatzes. Häufig ist namentlich der Wechsel zwischen einem konjunktionslosen Objektsnebensatz mit dem Verbum im Konjunktiv und einem *daz*-Satze (Beispiele bei Paul Gr. § 392). Bei Hans Sachs haben wir nur einen ähnlichen Fall angetroffen, in dem jedoch statt eines *Das*-Satzes ein *wie*-Satz gebraucht ist: FS. 177, 24—6: *Der dewffel sagt im . . ., Er wer der dewffl vnd wie er me Vil het erlitten in der ee.*

6. Eine Art von oratio variata, die wir noch zu betrachten haben, liegt in den Fällen vor, wo bei Anführung von Worten oder Gedanken einer Person innerhalb desselben Satzes aus der indirekten Redeform in die direkte oder umgekehrt aus der direkten in die indirekte übergegangen wird. Im Mhd. sind namentlich Übergänge ersterer Art nach Paul Gr. § 392 häufig anzutreffen. Bei Hans Sachs dagegen lässt sich die Erscheinung nur sehr selten nachweisen. Als Belege eines Überganges aus indirekter Rede in direkte können nämlich solche Fälle nicht gelten, in denen bei indirekter Rede ein Verbum wegen der Reimnot die Form erhalten hat, die es bei direkter Rede haben würde, wie z. B. FS. 221, 50—51: *Vnd fraget in auch, wer er wer, Sambt dieser schar, so pey im stet (: het);* 265, 26—8: *An den legt der Steffel gros pit, Das er im zaiget ainen man, Der federpůsch weis waschen kan;* 318, 19 ff.: *Die hoffnůng wer auch pey vns klein: Es suchet ein ider das sein, Das im prot in die kuechen trag, Wo ain ider nůr kon vnd mag.* Ein Übergang der angegebenen Art liegt allerdings in folgenden Fällen vor: FS. 136, 11 ff.: (Die Frau) *weisset in* (den Mann) *in den kalender, Er solt nit sein der heilling schender, Das in nit treff der heilling straff. „Darůmb went dich hinůmb vnd schlaff Vnd lasz mich kewsch vnd heillig leben“*; 188, 36 ff.: *Die* (Maid) *der frawen ansagen thet, Der hon het kreet: „ . . .“. Das er sich mit den flůegeln schlůeg, Darmit zaiget der hon genůeg, Dass euch der her sol waidlich plewen, Euch vor der puelerey zv schewen“* (bei der Anführung der Worte der Magd fängt der Dichter mit der indirekten Form *het kreet* an, geht aber, nachdem die dem Hahn in den Mund gelegten Worte in direkter Form mitgeteilt sind, in die direkte Anführung über, wie das Pron. *euch* beweist). Aber auch in diesen Fällen findet der Übergang nicht innerhalb eines und desselben Satzes statt. Die einzige uns zu Verfügung stehende Stelle, wo dies der Fall ist, findet sich 296, 89 ff.: *(ein Mann) denck mit fürsichtigen witzen, Es thu ein Schalck darhinder sitzen, Der schmeychelt nur vnd suchen thut Warhafftig mein Gut oder Blut, Weyl ich an jm vor keiner zeit Gespůret hab vil ehrbarkeit.* — Seltener ist im Mhd. der umgekehrte Übergang aus direkter in indirekte Rede, s. Paul a. a. O. Anm. 1. Bei

Hans Sachs haben wir nur folgende Belege gefunden: 189, 28—9: *Der pfleger sprach: „Es ist nit gnůeg"; Er solt zv straff drey gůelden geben* (statt: du sollst ... geben); 384, 16—18: *Ich sprach: „Die wil ich euch wol dewten", Doch das er mir vor sagen solt, Warzw er sie doch prauchen wolt* (statt: dass ihr sagen sollt, wozu ihr ... wollt).

In Zusammenhang mit dem Übergange aus indirekter in direkte Rede lassen sich am besten einige bei Hans Sachs vorkommende Fälle besprechen, in welchen bei direkter Rede die Form der Anrede in eigentümlicher Weise mit der Form der Aussage in der dritten Person wechselt, indem nämlich eine und dieselbe Person innerhalb desselben Satzes oder in benachbarten Sätzen zuerst angesprochen, also mit einem Pronomen der zweiten Person bezeichnet, dann zum Gegenstand einer Aussage in dritter Person gemacht wird. Auffallend sind namentlich ein Paar in den FS. vorkommende Stellen, wo der eben bezeichnete Wechsel innerhalb desselben Satzes stattfindet. Die eine findet sich FS. 196. Nachdem erzählt worden ist, wie der karge Bauer seinem Knecht nur blaue Milch zum Frühstück gab, selbst aber eine Eierspeise ass, heisst es V. 61—3: *Knecht Haincz dacht: Weil dw mich thest effen Mit plaber milch, so wil ich dreffen Den pawern wider.* Das Pronomen *dw* und das Substantivum *Den pawern* beziehen sich auf dieselbe Person. Statt die im Vordersatze gebrauchte Form der Anrede auch im Nachsatze beizubehalten (so will ich dich wieder treffen), geht der Dichter, vielleicht nur aus metrischen Gründen, in die dritte Person über. Einen ganz analogen Fall haben wir FS. 315. Es wird erzählt, wie ein Reiter, während er in einem Wirtshause zur Nacht ass, seinem hungrigen Hunde ein Stück Brot, etwas Fleisch und einige Knochen vom Tische zuwarf. Dies verdross den Wirt. Er dachte (V. 36—8): *Ich dich gar wol dreffen wil, Das er mir fuer den hůnt zv půes Auch wol das nachtmal zalen můes.* Die Pronomina *dich* und *er* beziehen sich beide auf dieselbe Person, den Reiter; die natürliche Form des *Das*-Satzes wäre: Das du mir ... zalen musst, mit beibehaltener Anrede. — Ein analoger Wechsel zwischen Anrede in zweiter und Aussage in dritter Person in unmittelbar auf einander folgenden Sätzen bekundet sich in dem Wechsel der Pronomina auch bei indirekter Rede FS. 318, 7 ff., wo der Dichter erzählt: *Da rett mich auch an ain papist, ..., Wo der glaub, hoffnung vnd die lieb Iczůnd pey vns Lutrischen plieb, Ob sie pey in weren gestorben ..., Weil man der kaines pey in sech; Allein hilt wir nůr vil gesprech Von diesen gotseligen dingen, Dettens aber ins werck nit pringen.* Der Wechsel zwischen dem Pronomen der ersten und dem der dritten Person in der indirekten Rede setzt in der direkten Redeform einen Wechsel zwischen dem Pronomen der zweiten Person

und dem der dritten, zwischen der Form der Anrede und der der Aussage über die dritte Person voraus. Oder man muss sich denken, dass der Dichter, je nachdem er beim Referieren der Rede sich selbst als mit zu den Lutheranern gehörig bezeichnen will oder nicht, bald das Pronomen der ersten, bald das der dritten Person setzt. — Weniger auffallend als die eben besprochenen Beispiele sind in den Fsp. ein Paar Fälle, wo über eine Person zuerst in dritter Person gesprochen, und dann im selben oder in einem benachbarten Satze dieselbe Person mit dem Pronomen *du* angesprochen wird. Wenn es z. B. im Fsp. 3, dem Kampfgespräch zwischen Frau Armut und Pluto, dem Gott des Reichtums, V. 114 ff. heisst: *Reichtumb sprach: Wil auff dysen tag Fraw Armut sich geleichen mir? Grosz vnterschayd ist mein vnd yhr; Wann wer mich hat, der ist schon sellig, . . ., Vnd wer dich hat, der hat die hell* etc., so ist der Übergang aus der dritten in die zweite Person allerdings für den Leser recht störend, für den Zuschauer aber war er es nicht. Für ihn geht aus den Bewegungen und Geberden des Sprechenden sogleich hervor, was beim Lesen erst nach einigem Nachdenken klar wird, dass nämlich der Anfang der Rede an den dritten auf der Bühne Anwesenden, an den Waldbruder, gerichtet ist, die Worte *Vnd wer dich hat* etc. dagegen an die Frau Armut. Ähnlich spricht im Fsp. 6, wo Vater, Sohn und der Narr auf der Bühne sind, der letztere zu dem Sohn (V. 286 ff.): *Ey, wie hat der alt ein geparn, Sam hab er nie kein wasser betrůbt! Wie viel schalckheit hat er geůbt, Bisz er sein junge tag hat vertribn*, mit den folgenden Worten aber: *Stůnd es dir an der stirn geschribn, Es ging auff eine Kůhhaut kaum* wendet er sich an den Vater. Fsp. 41, 298 ff., wo der Pfarrer sagt: *Wiewol er vns alsam hat gschmecht An vnsern ehrn, jedoch wŏl wir Das selbig als verzeyhen dir*, ist der Vordersatz an die übrigen auf der Bühne anwesenden Bauern, der Nachsatz an *Herman Dol*, den Dieb, gerichtet. Auffallender ist hier der Übergang nur weil er innerhalb desselben Satzes stattfindet. Ähnlich wie die letzten Fälle erklärt sich auch eine Stelle FS. 182, wo der Dichter bei einer Gesellschaft, in der darüber gestritten wird, ob das männliche oder das weibliche Geschlecht edler sei, eine Frau u. a sagen lässt: *Des hat menlich gschlecht wenig lob; Des seit ir noch vngschaffen grob, . . ., In henckt noch an des laimen art.* Mit *ir* redet die Frau die Männer der Gesellschaft an, mit *in* richtet sie an die übrigen Anwesenden eine Bemerkung über das männliche Geschlecht.

Eine Inkonseqvenz, die wir hier nicht unerwähnt lassen wollen, ist die, dass eine und dieselbe Person in benachbarten Sätzen zuerst mit *du*, dann mit *ihr* angesprochen wird. Nur einen Fall dieser Art haben wir bei Hans Sachs bemerkt: FS. 99, wo der Tod den Bauer zuerst so anspricht (V. 17—18):

Wen dw gest zw eim krancken, So hab nůr auf mich dein gedancken und ihm dann zum Schluss sagt (V. 21—2): *Ste ich aber peis krancken fůesen, So můegt ir im sein kranckheit půesen.* Nach der Interpunktion von Goetze müsste man denselben Wechsel der Anredewörter auch FS. 16, in dem Kampfgespräche zwischen Frau und Magd, annehmen. Die Verse 49—51, in denen eine Rede der Magd schliesst und eine der Frau beginnt, lauten nach Goetze: *Was důrfft jr dann fast mit mir hadern? Wolstu mir dann herwider tadern?“ Sprach die Fraw: „Du fauler schlepsack! Ich gib dir eins auff deinen nack* etc. Diese Interpunktion ist sinnwidrig. Die Rede der Magd schliesst mit *hadern* und V. 50 enthält schon Worte der Frau. Nach *hadern* sind also Anführungszeichen zu setzen, ebenso vor *Wolstu*, nach *Fraw* Komma. Man hat zu lesen: *Was důrfft jr dann ... hadern?“ „Wolstu ... herwider tadern“, Sprach die Fraw, „Du fauler schlepsack!* etc. So ist hier alles in Ordnung.

§ 75. Als der Anakoluthie nahe stehend, ist hier noch eine bei Hans Sachs häufig vorkommende Störung der glatten und folgerichtigen Fügung eines Satzes zu besprechen, welche dadurch entsteht, dass grammatisch und logisch zusammengehörige Teile der Rede durch andere dazwischen hineingeschobene in einer abnormen und sprachwidrigen Weise von einander getrennt, auseinandergezogen werden.

1. Von den hierhergehörigen Fällen betrachten wir zunächst einige, in welchen man, wie wir glauben, die Trennung des Zusammengehörigen als eine Folge der Reimnot zu bezeichnen hat.

a. Unter diesen wieder haben wir zuerst die zu behandeln, in welchen die getrennten Teile oder Glieder des Satzes mit einander koordiniert sind. In einem Falle wie FS. 5, 113 ff.: *Vnd wer dir schwachen man vil weger, Du schlůgest etwann dein geleger* (115) *Auff einen vnferschalckten grundt, Da můchstu fůllen deinen schlunt,* (117) *Auff die einůd vnd kleinen weyller* gehört V. 117 eng mit V. 115 zusammen, und diese Verse hätten streng genommen unmittelbar aufeinander folgen sollen. Fragt man sich, warum dies nicht der Fall ist, so liegt die Ursache wohl am wahrscheinlichsten darin, dass es der Reim nicht erlaubt hat. Um den Reim auf *grundt* herzustellen, musste V. 116 hineingeschoben werden. Zu bemerken ist aber, dass dieser Vers vom Dichter möglicherweise als Parenthese, als eine ausserhalb der Konstruktion liegende Zwischenbemerkung hineingeworfen ist, oder wenigstens als eine solche aufgefasst werden kann. Ähnlich kann wohl eine Parenthese noch z. B. in folgenden Fällen angenommen werden: FS. 7, 63—5: *Vnkert pleybt stuben, kammer, stigen, Auch musz ich stet vnpettet ligen,* (65) *Vngewaschen leylach vnd*

hembd (V. 65 gehört eng mit V. 63 zusammen); 180, 24 ff.: (er war) *Gancz wůnderlich vnd vngeschlacht, Wen er hört etwan die nacht ewlen, . . .*, (27) *Hon kreen oder lawffen meůs, In plagten flo, wanczen vnd lews*, (29) *So er hört taubn, frősch oder grillen* (V. 29 setzt V. 27 fort und sollte sich daran schliessen); 182, 28 ff.: *Des seit ir noch vngschaffen grob*, (29) *Wůest vnd wild mit har vnd mit part, In henckt noch an des laimen art*, (31) *Ains tails grob knollen an verstant* (V. 31 knüpft eng an V. 29 an und hat wie dieser das Verb. mit V. 28 gemein; zum Wechsel der Pronomina *ir* und *in* vgl. § 74); Fsp. 3, 197 ff.: *Plasen in henden gibst den mannen, Das Weyb vnd kind vor hunger zannen*, (199) *Ein hůltzen hausz vol ratzen, meusz* etc. (V. 199 gehört mit 197 zusammen). In diesen Beispielen wird durch die Parenthesen grammatisch Zusammengehöriges allerdings auseinandergezogen, da aber Parenthesen ja in jeder Sprache und bei jedem Schriftsteller vorkommen können, dürfen die eben verzeichneten Fälle nicht als Belege einer abnormen Satzfügung von der oben bezeichneten Art angesehen werden. Wohl aber müssen als solche die folgenden Fälle gelten, in denen von Parenthese keine Rede sein kann. Zunächst FS. 361, 73 ff.: *(er het ein Traum) Wie er das Rosz verkauffen thet Vnd auch das Gelt empfangen het Vom Kauffer, zehen Gůlden bar*, (76) *Das Pferd mit sampt dem Sattel gar.* Vers 76 knüpft eng an V. 73 an und hätte auf diesen folgen sollen. Dies konnte aber wegen des Reimes nicht geschehen. Dem Reime zu Liebe musste das grammatisch Zusammengehörige auseinandergezogen werden, und der Vers, welcher eigentlich nach 73 hätte stehen sollen, wurde eingefügt sobald es der Reim erlaubte. Ähnlich erklärt sich die Trennung Fsp. 47, 95 ff.: *(Sein Tyranney) Die er Freundt vnd Feinden beweyst, Keiner gůtigkeyt er sich fleist*, (97) *Auch sein blutfreunden vnd verwandten, Auch sein bundtgnossen vnd bekanten*, (99) *Sůnder nůr aller Wůterey* (V. 97—8 schliessen sich an V. 95 an, V. 99 setzt V. 96 fort); Fsp. 52, 152 ff.: *Denn werdt jr gnad vnd heil erlangen* (153) *Vnd wird euch ewer Sůnd vergeben, Vnd werdet ewig mit mir Leben*, (155) *Ein endt nemen all ewer klag* (V. 155 gehört mit V. 153 zusammen, mit dem er das Verbum gemein hat; sowohl den Forderungen des Reimes, als denen der Satzfügung hätte die Stellung von V. 154 nach V. 152 genug gethan); vgl. noch FS. 66, 18 ff.: *Sein angsicht macht sie* (die Trunksucht) *gelb vnd plaich, Pringt kopfwe vnd zitrende hent, . . .*, (21) *Rinende pain vnd drieffend aůgen . . ., Hůesten vnd keůchen sint ir datten*, (24) *Reuspern vnd ein stinckenden atten* (wenn in dem Akkusativ *ein stinckenden atten* nicht ein Schreibfehler liegt und der Dichter statt dessen den Nominativ *ein stinckender atten* hat setzen wollen, so hängt der Akkusativ von *Pringt*, V. 19, ab und V. 24 knüpft an V. 21 an und setzt die

dort abgebrochene Konstruktion fort). Unsicher bleibt es uns, ob folgende Stelle hierhergehört: FS. 234, 65 ff.: *Hat reich werden ein solchen sit, Das die fier laster lawffen mit: Zv gelt ein vnersetlich pegier Vnd sam eim vnfernunfting thier Gelt zv mir solt werden gerissen . . ., Vnd solt darnach . . . Haben ein filzig kargen můet, . . ., So wil ich vil lieber arm pleiben.* Insofern, als der Satz *Vnd . . . solt werden gerissen* offenbar den Satz *Das . . . lawffen mit* fortsetzt, liegt hier eine Trennung von Zusammengehörigem vor. Zugleich scheint uns aber der Satz *Vnd . . . solt werden gerissen* sich an die vorhergehenden Worte *Zu gelt . . . pegier* anzuschliessen, indem der Dichter, statt die Laster alle vier durch Substantive zu benennen, in Sätzen fortfährt, die dem Substantivum *pegier* parallel stehen. Unsicher ist es uns auch, wie man folgende Stelle zu erklären hat: Fsp. 73, 290—92: *(Ir weiber) Seit wanckel, vnstet wie ein ror Vnd als, was man eůch saget vor, Paltglawbig, vnferschwign vnd gschweczig.* Vielleicht kann *als* (= alles) hier als Genitiv und von *Paltglawbig* abhangend aufgefasst werden. Dann gehört die Stelle nicht hierher.

b. Seltener als Fälle, wo eng zusammengehörige koordinierte Satzglieder auseinandergezogen sind, finden sich bei Hans Sachs solche, in denen eine Bestimmung von dem bestimmten Worte durch andere dazwischen hineingeschobene getrennt ist. Parenthesen können wahrscheinlich in folgenden Fällen angenommen werden: Fsp. 32, 74—7: *Die wolt ich euch zu trewes handen Zu bhaltn geben mit grosser bit, Beger des vmb ein sunst auch nit, Das auff zwey monat ohn gefehr* (die Bestimmung *auff zwey monat* gehört zu *geben*); Fsp. 59, 51—4: *Wie wen wirn dieb ein weil liesn lawffen, So dörft wir im nit zfressen kauffen, Idoch also mit dem peschaid, Das* etc. *(mit d. peschaid* gehört zu *liesn lawffen);* vielleicht auch FS. 190, 21—3: *(pegab sich) Das vor im ging ein pfaff sein stras, Der in dem pad gewessen was, Parschenckel, hat kain hosen on (Parschenckel* gehört zu *ging);* 319, 88 ff.: *Sant Iorgen pild mit lautem hal Ein riet int stueben durch den offen, Darfon all gest mit fluecht entloffen, Mit grosem krachn, so vngefůeg, Sam der doner int stůeben schlueg (mit gr. krachn* gehört zu *riet* = ritt); und noch Fsp. 1, 43—5, wo die Bestimmung ein Satz ist: *Darzu hat jn die Lieb genôt, Kein kranckheit er sunst an jm hôt, Das er verlur sein junges Leben (Das er verlur* gehört zu *Darzu).* Dagegen kann der Einschub, der das Zusammengehörige trennt, in folgenden Fällen nicht als Parenthese bezeichnet werden: Fsp. 22, 163—6: *Die sich lest vber reden leider, Vnd schickt jrem Man gelt vnd kleider, Der vor eim Iar gestorben ist, Durch des farenden Schulers list* (die Bestimmung *durch . . . list* gehört zu *lest sich vber reden*, konnte aber wegen des Reimes nicht unmittelbar nach V. 163 gestellt werden); Fsp. 26, 21—4: *Kein ruh ich vor jr haben*

mag, (22) *Beide die nacht vnd auch den tag,* (23) *Weder zu beth oder zu Tisch Sindt mir Kifferbes alzeit frisch* (die Bestimmung *zu beth* etc. gehört zu *Kein ruh haben,* andererseits gehört *Beide die nacht* etc. zu *sind . . . frisch;* V. 23 sollte also dem V. 22 vorangehn, die Umstellung war aber durch die Reimnot geboten).

2. Eine die Klarheit und Übersichtlichkeit des Zusammenhanges störende Trennung zusammengehöriger Teile der Rede findet sich bei Hans Sachs nicht selten auch wo sie nicht aus der Reimnot erklärt werden kann. Es kommt nämlich oft vor, dass der Dichter einen Gedanken nach kürzeren oder längeren Zwischenausführungen wieder aufnimmt und fortspinnt, und dabei eine frühere Konstruktion fortsetzt, ohne auf die dazwischenliegenden Rücksicht zu nehmen. Oft muss man daher weit rückwärts gehen, um einen bestimmten Punkt zu finden, wo sich ein Satzglied oder ein Satz glatt und folgerichtig anschliessen kann.

a. Auf diese Weise können zunächst koordinierte Satzglieder von einander getrennt werden. So FS. 22, 41 ff.: *Ein weyser man der lehr hie bey, Das er sich hůt vor schmeychlerey,* (43) *Sonder er red . . . seines hertzen grund* (45) *Vnd sey auffrichtig vnd warhafft, Weyl Salomon die schmeichler strafft.* (47) *Der spricht: Eym losen man wol taugen Verkerter mund vnd winckend augen . . .; Wirdt man gewar seinr schmeichlerey,* (52) *So hat zu feindt er zwo parthey. Lasz auch keyn schmeychler sich auffsetzen, . . ., Vnd sech mit allem fleysz für sich.* Hier setzen die Konjunktive *Lasz* und *sech,* — als deren Subjekt natürlich nicht der *lose man* zu denken ist, von dem V. 47—52 gesprochen wird, sondern der *weise man* — die Aufforderungen von V. 41 und 43—5 fort, als ob das Dazwischenliegende gar nicht wäre. Weitere Beispiele: FS. 165, 46 ff.: *Auch thest* (= thatst du) *all andre thier pegnaden Mit waffen, sich ir feint zw weren . . ., Das . . . ewerschwein Ist gwaffnet mit den zenen sein, Der per vnd leb mit scharpfen klaen . . .;* (53) *Den stier mit eim starcken gehůern,* etc. (der Akkusativ *den stier* gehört zu *thest pegnaden* und V. 53 setzt die V. 46—7 angefangene Konstruktion fort); 206, 116 ff.: *Fůersichticlich er* (der fürsichtige Mann) *mit im* (dem Schmeichler) *ficht,* (117) *Fecht im auf seine falsch schirm schleg, Darmit er weislich niderleg Alle sein arge list zv lecz, Darmit entrin des hewchlers necz* (121) *Vnd von im vnpetrogen pleibt, Ain list mit dem ander vertreibt* (V. 121—2 mit V. 120 zu koordinieren, verbieten die Indikative *pleibt* und *vertreibt,* diese deuten an, dass V. 121 f. sich an die Verse 116 f. anschliessen und die dortigen Hauptsätze fortsetzen; klarer wäre es gewesen, die Worte *von im . . . pleibt* etc. einen Satz für sich bilden zu lassen, statt sie durch *und* an das Vorhergehende zu knüpfen). Hierher ge-

hört wohl auch FS. 55, 38—45: *Den kůmpt der drite schmack, . . ., Sos weib nichs zům haushalten kan, Dergleich wo etwan aůch der man* (41) *Gesellisch vnd vertruncken sey, Wart seines handels nicht darpey, Etwan der handel aůch nicht gat, Vil gelcz ist hin vmb den haůsrat,* (45) *Auch mit vil kindlein vberfallen* (V. 45 schliesst sich an V. 41 an und setzt ihn fort). Noch sind hier einige Stellen zu besprechen, wo die Anknüpfung eines von *Sondern* eröffneten Satzgliedes Schwierigkeiten macht. Zwar das ist wohl klar, dass FS. 312, 91 ff., wo es von den Kranken heisst: *Ains mocht nit essen, jens nit drincken, . . ., Einem dem war der schlaff genůmen,* (94) *Dis kůnt zv kainer dewůng kůmen, Dem war der schlaff vnd rue entwichen,* (96) *Sůnder sie lagen all erplichen* V. 96 entweder in V. 91 oder in V. 94 seinen Anknüpfungspunkt hat. Weniger einfach liegt die Sache 299, 82 ff.: *(ein reicher Mann) Veracht sein Nechsten nit darneben, . . .,* (86) *Thu jn nicht ůngstn, drůcken noch treiben, Sonder gedenck, dasz das Gelůck Ist wandelbar vnstet vnd flůck; Was heut geyt, kans heint wider nemen . . ., Dasz jm . . . sein stoltz Verschwindet vnd laufft ein gen Holtz: Als denn spotten auch sein die Armen;* (94) *Sonder er sol sich jr erbarmen* etc. Hier bezieht sich *jr* auf *die Armen* und insofern knüpft sich V. 94 regelrecht an V. 93 an. Auffallend ist nur, dass er mit *Sonder* beginnt. Es giebt wohl dafür keine andere Erklärung, als dass er gleichzeitig zu V. 86 *Thu jn nicht* etc. in Beziehung gesetzt ist, trotzdem dass mit diesem Satze schon ein anderer mit *Sonder* beginnender korrespondiert (V. 87). Verwandt ist folgende Stelle: FS. 347, 111 ff.: *Aus dieser fabel lert ain mon,* (112) *Das er sol guete achtůng hon, So er ein freůnt anemen wôll, Das er in vor probiren sôll, Ob er in not pestendig sey* (116) *Vnd nicht steck voller hewchlerey Vnd im . . . abstel das herze sein, Wie den icz ist der welte prawch;* (120) *Sůnder hab guete achtůng auch, Das* etc. Durch V. 120 wird V. 112 fortgesetzt; die Setzung von *Sůnder* im Anfang des Verses ist wohl durch die Negation im V. 116 und den negativen Sinn der nächstfolgenden Verse veranlasst. Ähnlich erklärt sich wohl 355, 81 ff.: *Pey diesem schwanck so sol verston Ein jůnger vnerfarner mon, Wo er pey leůtn zv disch ist siczen,* (84) *Das er es (= esse) fein messig mit wiczen . . .,* (86) *Das er nicht werd zv spot vnd schant . . ., Wen er sich halt also vnmessig, . . ., Sam ers allain aufressen wôll,* (92) *Sunder sich hoch pefleissen sôll . . . aller zuecht vnd eren.* Vers 92 schliesst sich eigentlich an V. 84 und setzt diesen fort; wegen der Negation in V. 86 und des negativen Sinnes der folgenden Verse wird aber der Satz in V. 92 durch *sondern* eingeleitet, als wäre er mit V. 86 koordiniert.

b. Selten sind auch in dieser Gruppe die Fälle, wo Bestimmung und Bestimmtes von einander getrennt sind, sodass die erstere nicht in normaler Weise sich an das letztere anknüpft. Dies ist vielleicht der Fall FS. 17, 27—30: *Iunckher, ich hab an euch ein bitt, Ich hoff, wert mirs versagen nit, Ein schamlot schwartz zu eyner schauben Vnd vmb ein porten auff ein hauben;* die Bestimmung *vmb ein porten* gehört zu *bitt*, während *Ein schamlot* wohl von *versagen* abhängt; doch könnte vielleicht die Präposition *vmb* als auch zu *schamlot* gehörig aufgefasst werden; dann würde der Fall zu denen gehören, in welchen ein zwei Satzgliedern gemeinsamer Satzteil nur zu dem letzteren Gliede gesetzt ist, vgl. Teil I, § 71. Eigentümlich ist die Fügung 222, 90—92: *(das) sich sein gsel den fein gemach Von seim gueten gselen thůet flihen Vnd vor dem garren dut abzihen; sich* gehört natürlich zu *abzihen* und ist wohl nur aus Nachlässigkeit oder wegen metrischer Bequemlichkeit von seinem Verbum getrennt; mit einigen leichten Veränderungen hätte der Dichter die Anomalie vermeiden können und z. B. sagen: *das sein gesel . . . gemach sich vor dem g. dut abzihen Vnd von seim gueten gselen flihen.* Eine analoge Stelle hat man wohl Fsp. 52, 410—12: *welcher vns alle sandt Abtilgen wirdt den ewing fluch Vns kleyden in der vnschuldt tuch;* der Akkusativ *alle* scheint uns darauf zu deuten, dass der Dichter ursprünglich V. 412 nach V. 410 stellen wollte und sagen: *welcher vns . . . wirdt kleyden in . . . tuch, Vns abtilgen den ewing fluch*, was eine normale Fügung abgegeben hätte; warum er dies nicht gethan hat, ist nicht einzusehen.

Fälle, wo durch die Trennung eines abhängigen Satzes von dem regierenden die Übersichtlichkeit des Zusammenhanges in schlimmerer Weise gestört oder gefährdet wäre, sind uns bei Hans Sachs nicht aufgefallen. Erwähnenswert sind vielleicht doch die folgenden Stellen. Zunächst eine, die sich FS. 51 findet. Einer von den unschuldig verfolgten Dieben beschreibt da dem Dichter, wie sie die Gerechtigkeit überall gesucht haben, und schliesst mit den Worten (V. 67): *Noch kůen wirs nirgent kůmen an.* Der Dichter fährt fort (V. 68—9): *Ich fragt: Was wolt ir pey ir than? Er sprach: Vnser not ir zw klagen.* Der Infinitiv *zw klagen* ist hier wohl an V. 67 anzuknüpfen; die Rede des Diebes ist fortgesetzt, als wäre sie durch die Frage des Dichters nicht unterbrochen worden. Auch Fsp. 73, 352 ff.: *Auf das sie mich aber nit schlůeg,* (353) *Da erdicht ich die eren lůeg, Wie man peratschlagt het darfon, Zwo frawen nemen můest ein mon,* (356) *Darmit ains rates haimlikeit Nit offen würt vnd ausgepreit* ist es leicht zu sehen, dass der Satz *Darmit . . . nit offen würt* an V. 353 anzuknüpfen ist, wo er seinen regierenden Satz hat. Ein analoger Fall findet sich Fsp. 50, 331 ff.: *(Ein jeglicher) mach sein rechnung altag,*

Das die zerung nit vbertreff Sein gwin, darmit sich selb nit eff Vnd vberfalle mit geltschulden; Die schant zum schaden musz gedulden, So er verpfendt vnd borget viel, Dieweil die Wölff essen kein zil, (338) *Das im nit heymlich armut wachs* etc.; der *Das*-Satz in V. 338 hat seinen übergeordneten Satz in V. 332—4: *Das die zerung* etc. Dagegen gehört folgende Stelle wahrscheinlich nicht hierher: FS. 258, 93 ff.: *die maid ... pate mich In sack zu schlieffen, Da sprach ich: „In den sack kůmb ich nymer mer".* (96) *Doch pat mich die maid also ser, Pot mir an, ain zwelffer zv geben, In sack wider zv schlieffen eben.* (99) *Ich nůmb von ir den zwelffer on* etc. Wäre hier der Infinitiv *zv schlieffen* von *pat* in V. 96 abhängig, so sieht man nicht ein, warum der Dichter die Verse durch V. 97 getrennt hätte, da der Reim dazu nicht zwang und V. 97 ebensogut vor V. 99 hätte stehen können. Wir glauben daher, dass der Infinitiv *zv schlieffen* vielmehr den Satz *Pot mir an zv geben* bestimmt und in der freien Weise des Hans Sachs (vgl. § 41, *2*) statt eines Finalsatzes gebraucht ist, sodass die Stelle folgenden Sinn hat: sie bot mir einen Zwölfer an, damit ich in den Sack schleichen sollte. Vers 96 kann ganz gut ohne abhängigen Infinitiv stehen, da der Inhalt der Bitte aus V. 93 f. schon deutlich genug hervorgeht, ohne dass er nochmals wiederholt wird.

Endlich haben wir hier noch eine Stelle anzuführen, wo zwei selbständige, in sich abgeschlossene Sätze, von denen der letztere in enger Beziehung zum ersteren steht, durch einen dritten Satz von einander getrennt sind, der diese Beziehung abschneidet und den Zusammenhang zerstört. Die Stelle findet sich Fsp. 30, 400 ff.: *Derhalb bisz frum, so bist du reych, ..., So bleibt dein nam gedechtnusz wirdig ...* (405) *Mehr den durch adl, gwalt vnd reichtumb. Wenn man sagt: er war gar hort frumb, Seist hohes oder niders standts, Bist doch ein ehr des Vatterlandts.* (409) *Wie grosz das scheint in dieser zeyt, Darinnen wol verborgen leit Viel trůbsal, angst, sorg* etc. Die Worte *das* (V. 409) und *darinnen* (V. 410) müssen trotz des dazwischenliegenden Satzes *Wen ..., Bist doch* etc. auf *adl, gwalt vnd reichtumb* bezogen werden, und V. 409 sollte unmittelbar auf V. 405 folgen. Auch wenn man den in V. 406—8 enthaltenen Satz als Parenthese fasst, wirkt er doch störend auf den Zusammenhang und erschwert die Beziehung.

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ.
TOM. XXVI. № 3.

UNTERSUCHUNGEN

UBER

ELEKTRISCHE SCHWINGUNGEN

VON

HJ. TALLQVIST.

III.

1. In dem ersten Theile dieser Arbeit[1]) wurden die elektrischen Schwingungen bei der Ladung eines Condensators von der Capacität C untersucht, dessen Belegungen durch eine Strombahn verbunden sind, deren Widerstand W eine gewisse Grenze nicht überschreitet und welche eine Batterie von der elektromotorischen Kraft E sowie eine Induktionsspule vom Selbstpotentiale L enthält. Die Untersuchungen im Art. 3, IV ergaben eine völlig befriedigende Uebereinstimmung zwischen der beobachteten und der theoretisch berechneten Oscillationszeit. Indem der Einfluss der Leitfähigkeit der isolirenden Schichten der Induktionsspule und des Dielektricums des Condensators in Betracht gezogen wurde, erlangte man auch im Grossen und Ganzen Uebereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung, was die Dämpfung der Schwingungen betrifft (Art. 5, IV). Jedoch blieben hierbei kleinere Unterschiede übrig, welche durch Beobachtungsfehler allein nicht erklärt werden konnten.

Das Dämpfungsverhältniss k, bez. das logarithmische Decrement $\alpha = \ln k$ der Schwingungen wurden nach einer einfachen, im Art. 2 b) IV gegebenen Methode berechnet, welche eine constante Capacität des Condensators voraussetzt. Hierbei wurden nur die Minima der Schwingungscurve benutzt, die Maxima dagegen nicht angewandt, theils weil sie, mit der normalen Ladung des Condensators combinirt, entschieden zu grosse Werthe des Dämpfungsverhältnisses liefern, theils auch weil die ersten derselben von zufälligen Fehlern relativ stark beeinflusst zu sein scheinen. Gleichzeitig wurde auch der Einfluss des zeitlichen Verlaufes der Capacität des Condensators auf das Dämpfungsverhältniss der Schwingungen hervorgehoben, einer näheren Berechnung aber nicht unterzogen.

Neulich hat Herr Prof. A. F. Sundell in einer Abhandlung „Ueber das Decrement elektrischer Schwingungen bei der Ladung von Condensatoren“[2]), welche mir im Manuscript gütigst zur Verfügung gestellt worden ist, den

---

[1]) Acta Societatis Scientiarum Fennicae. Tom. XXIII. N:o 4.
[2]) Acta Societatis Scientiarum Fennicae. Tom. XXIV. N:o 11.

Einfluss der Veränderlichkeit der Capacität auf das Decrement der Ladungsschwingungen auf Grund meiner Beobachtungsdata theoretisch näher untersucht. Die Capacität des Condensators wird schon in der Differentialgleichung des Ladungsvorganges als mit der Zeit veränderlich angesehen. Aus der Untersuchung geht hervor, dass die Schwingungscurve von einer regelmässig gedämpften Sinuslinie abweicht, indem das Decrement sich der Curve entlang verändert. Zugleich ergeben sich Methoden zur Berechnung eines reducirten Decrementes, welches unabhängig von den Capacitätsveränderungen ist, und theoretisch dem Grenzwerthe des veränderlichen Decrementes, für wachsende Zeit, gleichkommt. Bei diesen Berechnungen werden sowohl die Minima wie die Maxima der Schwingungscurve benutzt, und es ergeben sich, was sehr bemerkenswerth ist, Werthe der Decremente, welche im Allgemeinen verschieden und meistens nicht unerheblich kleiner sind als die von mir nach der erwähnten einfacheren Methode erhaltenen Decremente. Es ist somit Anleitung die im ersten Theile dieser Arbeit eingehenden Untersuchungen über die Dämpfung der Ladungsschwingungen einer Revision zu unterziehen, besonders um zu erfahren, ob die oben erwähnten, übrig gebliebenen Differenzen der Coefficienten b (Art. 5, IV) sich bei der strengeren Behandlung beseitigen lassen; und zwar giebt es auch erforderliches Material für eine solche Revision, indem ich die Maxima bei einer bedeutenden Anzahl der in den Tabellen K. Th. I enthaltenen Dämpfungsbestimmungen beobachtet habe.

2. Bevor ich weiter gehe, will ich wegen des Folgenden einige Resultate und Berechnungsmethoden aus der Abhandlung des Herrn Prof. A. Sundell zusammenstellen, für deren Ableitung ich auf die Abhandlung selbst verweise.[1])

Eine schwache Veränderung der Capacität des Condensators übt auf die Oscillationszeit der Ladungsschwingungen keinen merkbaren Einfluss aus.

Für ein kurzes Stück der Ladungscurve (etwa zwei oder drei Halboscillationen) kann man die Capacität als mit der Zeit gleichförmig veränderlich annehmen. Alsdann gehört dieses Stück einer regelmässig gedämpften Sinuslinie an, mit dem logarithmischen Decremente

$$(1) \qquad \alpha = \frac{\pi}{2} W' \sqrt{\frac{C_m}{L}} + \pi h \sqrt{\frac{L}{C_m}},$$

[1]) Bei der obigen Darstellung sind einige kleinere Veränderungen der Benennungen und Bezeichnungen gemacht worden.

worin C_m den mittleren Werth der Capacität innerhalb des betrachteten Stückes und h die Änderung der Capacität in der Zeitenheit bezeichnen. Es ist (vergl. Art. 3, II des Theiles I)

$$W' = W + \frac{L}{C}\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r}\right).$$

Die Grösse α der Formel (1) soll „augenblickliches Decrement“ genannt werden. Das augenblickliche Decrement ändert sich der Schwingungscurve entlang, sowohl weil die Capacität C_m sich verändert, als auch weil h veränderlich ist.

Die Ladung des Condensators oscillirt hin und her um einen mittleren Werth „die normale Ladung“, welcher selbst der Curve entlang langsam ansteigt. Wenn drei auf einander folgende Ladungsextremen mit M_{n-1}, M_n und M_{n+1} bezeichnet werden, so ist die zu M_n gehörende normale Ladung Q_n in einer für die Rechnung bequemen Form

$$(2) \qquad Q_n = M_{n-1} - \frac{(M_{n-1} - M_n)^2}{(M_{n-1} - M_n) + (M_{n+1} - M_n)}; \quad (n = 1, 2, 3 \ldots).$$

Die so erhaltenen Werthe „Q beob.“ werden mittels graphischer Interpolation verbessert, und die verbesserten Werthe „Q berechn.“ genannt. Die Werthe „Q beob.“, „Q berechn.“, die Differenzen in diesen beiden Reihen sowie die Differenzen Q beob. — Q berechn. sind in der Tabelle I der Abhandlung von Prof. Sundell für meine Curve K I b) N:o 1 (= Curve N:o 3) zusammengestellt. Ich füge diese Tabelle hier bei.

Tabelle I.

N:o	Q beob.		Q berechn.		Q beob. $-Q$ berechn.
0	—		226.48		—
		—		+ 0.50	
1	227.08		226.98		+ 0.10
		− 0.36		0.45	
2	[226.72]		227.43		− 0.71
		− 0.48		0.41	
3	[226.24]		227.84		− 1.60

N:o 3.

N:o	Q beob.		Q berechn.		Q beob. $-$ Q berechn.
3	[226.24]		227.84		− 1.60
		+ 1.14		+ 0.38	
4	[227.38]		228.22		− 0.84
		+ 1.16		0.35	
5	228.54		228.57		− 0.03
		+ 0.52		0.33	
6	229.06		228.90		+ 0.16
		+ 0.33		0.32	
7	229.39		229.22		+ 0.17
		+ 0.14		0.30	
8	229.53		229.52		+ 0.01
		+ 0.18		0.28	
9	229.71		229.80		− 0.09
		+ 0.36		0.26	
10	230.07		230.06		+ 0.01
		+ 0.21		0.24	
11	230.28		230.30		− 0.02
		− 0.11		0.22	
12	230.17		230.52		− 0.35
		+ 0.21		0.19	
13	230.38		230.71		− 0.33
		+ 0.46		0.17	
14	230.84		230.88		− 0.04
		+ 0.18		0.16	
15	231.02		231.04		− 0.02
		+ 0.25		0.15	
16	231.27		231.19		+ 0.08
		+ 0.29		0.15	
17	231.56		231.34		+ 0.22
		− 0.06		0.14	
18	231.50		231.48		+ 0.02
		− 0.03		0.12	
19	231.47		231.60		− 0.13
		—		0.11	
20	—		231.71		—

Die in Klammer eingeschlossenen Zahlen hängen von M_3 ab, welche Extreme mit einem bedeutenden zufälligen Fehler behaftet ist.

3. Für das augenblickliche Dämpfungsverhältniss ergiebt sich aus vier auf einander folgenden Ladungsextremen M_{n-1}, M_n, M_{n+1} und M_{n+2} der Werth

$$k = k_{n+\frac{1}{2}} = \sqrt{\frac{M_{n-1} - M_n}{M_{n+1} - M_{n+2}}}; \quad (n = 1, 2, 3 \ldots). \tag{3}$$

wobei vorausgesetzt ist, dass k nicht viel von der Einheit abweicht.

Ich nenne nunmehr definitive Ladung den Grenzwerth der Ladung des Condensators für $t = \infty$ (d.h. die im Th. I dieser Arbeit als „normale" bezeichnete Ladung), definitive Capacität die volle Capacität C des Condensators, definitives Decrement den Grenzwerth von α für $h = 0$ und $C_m = C$, d.h. die Grösse

$$\frac{\pi}{2} W' \sqrt{\frac{C}{L}}. \tag{4}$$

Die Reduction des beobachteten augenblicklichen Decrementes $\ln k_{n+\frac{1}{2}}$ auf das definitive Decrement erfordert nach (1) zwei Correctionen, die eine für das Ansteigen der Capacität (Correction wegen h), die andere für den Uebergang zur definitiven Capacität (Correction von C_m auf C). Für die logarithmische Rechnung bedient man sich statt von α oder k am bequemsten des Decrementes

$$\gamma = \log \text{vulg}\, k = \alpha \log \text{vulg}\, e = M\alpha.$$

Alsdann sind die beiden genannten Correctionen zu $\gamma_{n+\frac{1}{2}}$, genügend genau,

$$\triangle_1 \gamma = - M\pi h \sqrt{\frac{L}{C_m}} = - M \frac{h}{2} \frac{T}{C_m} = \tag{5}$$

$$= - M \frac{T}{2 C_m} \frac{C_{n+1} - C_n}{\frac{1}{2} T} = - M \frac{Q_{n+1} - Q_n}{\frac{1}{2}(Q_n + Q_{n+1})};$$

$$\triangle_2 \gamma = M \frac{\pi}{4} W' \sqrt{\frac{C_m}{L}} \frac{C - C_m}{C_m} = \frac{1}{2} \gamma \frac{\triangle C}{C_m} = \frac{1}{2} \gamma \frac{\triangle Q}{\frac{1}{2}(Q_n + Q_{n+1})}; \tag{6}$$

wobei $\triangle Q$ gleich dem Unterschiede zwischen der definitiven und der augenblicklichen normalen Ladung ist. Die Grösse γ in der Formel (6) kann bei der Berechnung der Correctionen mit einem mittleren Werthe ersetzt werden.

4. Ich wiedergebe unten vollständig die für die genannte Curve N:o 3 construirten Tabellen II und III der Abhandlung von Prof. Sundell. Der Inhalt der Tabelle II ist ohne weiteres klar.

Tabelle II.

	log vulg $\pm(M_n - M_{n-1})$	γ beob.	$\triangle_1\gamma$	$\triangle_2\gamma$	γ reducirt
$M_1 - M_0$	2.64579	—	—	—	—
$M_1 - M_2$	2.62262	[0.02392]	− 86	+ 22	[0.02328]
$M_3 - M_2$	[2.59795]	[0.02362]	78	20	[0.02304]
$M_3 - M_4$	[2.57538]	[0.01997]	73	18	[0.01942]
$M_5 - M_4$	2.55800	[0.02020]	66	16	[0.01970]
$M_5 - M_6$	2.53499	0.02169	63	15	0.02121
$M_7 - M_6$	2.51461	0.02126	61	13	0.02078
$M_7 - M_8$	2.49247	0.02177	57	12	0.02132
$M_9 - M_8$	2.47108	0.02189	53	10	0.02146
$M_9 - M_{10}$	2.44868	0.02129	49	9	0.02089
$M_{11} - M_{10}$	2.42851	0.02084	45	8	0.02047
$M_{11} - M_{12}$	2.40700	0.02185	41	7	0.02151
$M_{13} - M_{12}$	2.38480	0.02295	36	6	0.02265
$M_{13} - M_{14}$	2.36110	0.02198	32	5	0.02171
$M_{15} - M_{14}$	2.34084	0.02098	30	5	0.02073
$M_{15} - M_{16}$	2.31915	0.02064	28	4	0.02040
$M_{17} - M_{16}$	2.29955	0.02089	28	3	0.02064
$M_{17} - M_{18}$	2.27738	0.02247	26	3	0.02224
$M_{19} - M_{18}$	2.25460	0.02265	23	2	0.02244
$M_{19} - M_{20}$	2.23208	—	—	—	—

Es handelt sich ferner um den Mittelwerth der reducirten Decremente. Das arithmetische Mittel sämmtlicher Werthe „γ reducirt“ hängt nur von den drei ersten und den drei letzten Extremen ab. Man bildet deshalb weitere Summen bei jedesmaligem Ausschliessen eines Werthes vom Anfange und eines Werthes am Ende der vorhergehenden Reihe, und bekommt somit ungefähr gleich genaue Multipel von γ, nämlich $18\,\gamma$, $16\,\gamma$, $14\,\gamma \ldots 2\,\gamma$. Die ganze Rechnung ist in der Tabelle III in sehr compendiöser Weise zusammengefasst.

Tabelle III.

	Log $\pm(M_n - M_{n-1})$	Diff.	Mittel	Reduction = $= \Sigma(\triangle_1\gamma + \triangle_2\gamma)$ [1]	Multipel von γ	γ
$M_1 - M_0$	2.64579	0.41371				
$M_{19} - M_{20}$	2.23208					
			0.39086	− 697	0.38389 = 18 γ	0.02133
$M_1 - M_2$	2.62262	0.36802				
$M_{19} - M_{18}$	2.25460					
			[0.34430]	612	[0.33818] = 16 γ	[0.02114]
$M_3 - M_2$	[2.59795]	[0.32057]				
$M_{17} - M_{18}$	2.27738					
			[0.29820]	531	[0.29289] = 14 γ	[0.02092]
$M_3 - M_4$	[2.57538]	[0.27583]				
$M_{17} - M_{16}$	2.29955					
			[0.25734]	451	[0.25283] = 12 γ	[0.02107]
$M_5 - M_4$	2.55800	0.23885				
$M_{15} - M_{16}$	2.31915					
			0.21650	377	0.21273 = 10 γ	0.02127
$M_5 - M_6$	2.53499	0.19415				
$M_{15} - M_{14}$	2.34084					
			0.17383	304	0.17079 = 8 γ	0.02135
$M_7 - M_6$	2.51461	0.15351				
$M_{13} - M_{14}$	2.36110					
			0.13059	229	0.12830 = 6 γ	0.02138
$M_7 - M_8$	2.49247	0.10767				
$M_{13} - M_{12}$	2.38480					
			0.08587	154	0.08433 = 4 γ	0.02108
$M_9 - M_8$	2.47108	0.06408				
$M_{11} - M_{12}$	2.40700					
			0.04213	77	0.04136 = 2 γ	0.02068
$M_9 - M_{10}$	2.44868	0.02017				
$M_{11} - M_{10}$	2.42851					

[1]) An das erste Mittel kommt die Summe sämmtlicher Reductionen (Tab. II), an das zweite Mittel die Summe aller Reductionen mit Ausnahme der ersten und der letzten u. s. w.

Beim Ausschliessen der eingeklammerten Zahlen findet man

$$48\,\gamma = 1.02140.$$

In dieser Summe wirkt ein Fehler in M_{20} ungefähr ein Mal, ein Fehler in M_1, M_9, M_{11} und M_{19} ungefähr drei Mal, ein Fehler in M_{10} fast gar nicht, ein Fehler in den übrigen Ladungsextremen ungefähr vier Mal. Mit dieser Fehlervertheilung berechnet sich das definitive Decrement

$$\gamma = 0.02128 \pm 4.3. \tag{7}$$

5. In der Abhandlung von Prof. SUNDELL finden sich noch Paar andere, mit der oben relatirten Methode benachbarte Methoden für die Berechnung des Decrementes. Bei der Methode laut Tabelle IV berechnet man das Decrement für jede Halboscillation mit Anwendung der Ladungsextremen am Anfange und am Ende dieser Halboscillation sowie des aus der Tabelle I interpolirten Werthes der normalen Ladung „Q berechn." für die Mitte der Halboscillation. Nach gehörig angebrachten Reductionen $\triangle_1\gamma$ und $\triangle_2\gamma$ sowie angemessener Berechnung des Gesammtmittels erhält man das definitive Decrement

$$\gamma = 0.02128 \pm 4.3, \tag{8}$$

wie vorher.

Bei einer zweiten, interessanten Berechnungsmethode wird eine Oscillation der Capacität vorausgesetzt. Es ist wahrscheinlich, dass die Capacität des Condensators sich während der Schwingung der Ladung so verändert, dass sie während der ersten, dritten, fünften u. s. w. Halboscillation zunimmt, während der zweiten, vierten u. s. w. Halboscillation dagegen abnimmt, somit gleichzeitig und im gleichen Sinne mit der Ladung oscillirt. Bei zunehmender Capacität vergrössert sich das Decrement, bei abnehmender Capacität vermindert es sich. Diese Veränderungen des Decrementes lassen sich dadurch bewirken, dass man die Curve für die normale Ladung etwas höher zieht als die in der Tabelle I interpolirte Curve. Bei der Berechnung, auf welche ich hier nicht näher eingehe, weil eine ziemlich analoge Rechnung unten (Art. 8) etwas ausführlicher beschrieben werden wird, verschiebt Prof. SUNDELL die Werthe der normalen Ladung nach oben um einen Drittel des Unterschiedes gegen die definitive Ladung, und findet somit für die betrachtete Curve nach angebrachten Reductionen das definitive Decrement

(9) $$\gamma = 0.02141 \pm 4.2,$$

welches von dem oben erhaltenen Werthe sehr wenig abweicht.

6. Statt der direct beobachteten Ladungsextremen „M beob." werde ich mittels graphischer Interpolation verbesserte Ladungsextremen „M verb." gebrauchen[1]). Hierdurch erzielt man auch, dass es nicht nöthig ist, einzelne Werthe auszuschliessen. Der Fall des Maximums M_3 bei der obigen Curve N:o 3 ist nämlich nicht einzelnstehend, sondern kommen relativ starke zufällige Abweichungen bei den ersten Maxima auch anderer Curven vor, wenn auch nicht in gleich ausgesprochenem Grade wie bei M_3 der Curve N:o 3. Einige Worte über die Genauigkeit der Ladungsextremen mögen hier hinzugefügt werden. Herr Prof. Sundell hat eine interessante Zusammenstellung (Tabelle V) der übrig bleibenden Fehlern der einzelnen Ladungsextremen der Curve N:o 3 gegeben, sowohl wenn die Capacität des Condensators als nicht oscillirend, als auch wenn sie als oscillirend gedacht wird. Mit Ausnahme von M_3 übersteigen die Abweichungen nur ganz ausnahmsweise einen halben Scalentheil. Die Methode wird infolgedessen als eine sehr genaue bezeichnet. Pag. 10 wird die Vermuthung ausgesprochen, dass durch ein sorgfältiges Ueberwachen der Metallflächencontacte des Pendelunterbrechers die Genauigkeit der Beobachtungen ohne Zweifel sehr erhöht werden könnte. Meiner Erfahrung nach wäre es mit den gebrauchten Apparaten und Anordnungen kaum möglich gewesen wesentlich genauere Beobachtungen zu erreichen, und schreibe ich die Fehler nicht hauptsächlich den Pendelcontacten zu. Es wurden nämlich nicht nur der Quecksilbercontact controllirt, sondern auch die Metallflächencontacte die ganze Zeit überwacht, in einer bestimmten Weise gehandhabt und die Contactflächen rein gehalten. Durch besondere Versuche überzeugte ich mich, dass merkbare Widerstandsänderungen in den Contacten nicht vorkamen, welche eine Veränderung der Dämpfung der Schwingungen hätten bewirken können. Der Umstand, dass die einzelnen Beobachtungen eines Maximums oder Minimums der Ladung mit einander sehr nahe übereinstimmen, spricht auch dafür, dass plötzliche Veränderungen in den Contacten nicht eintraten. Dagegen ist es wahrscheinlich, dass die grösseren Ladungsextremen merkbarer beeinflusst sind durch kleine zufällige Abweichungen des Verhältnisses zwischen Condensatorladung und reducirtem Galvanometerausschlage von

[1]) Am besten wendet man das graphische Ausgleichungsverfahren an auf die Unterschiede der beobachteten Minima und der Ordinaten eines angemessen gewählten Parabels sowie auf die Unterschiede der beobachteten Maxima und der Ordinaten eines zweiten Parabels. Mit einiger Uebung nimmt das Verfahren wenig Zeit in Anspruch.

einer Constanten. Hierzu kommt, dass die ersten Maxima sehr schwierig zu beobachten waren, so dass die directen Beobachtungsfehler eine Rolle spielen können und sogar irgend Mal eine Fehlablesung nicht absolut ausgeschlossen zu sein braucht. Vielleicht wäre etwas für eine grössere Genauigkeit gewonnen gewesen, wenn die Galvanometerausschläge überhaupt kleiner genommen worden wären.

Die folgende Tabelle enthält die ursprünglichen und die verbesserten Ladungsextremen der Curve N:o 3, sowie die Differenzen in beiden Reihen und die Differenzen M beob. — M verb.

Tabelle A.

Minima.						Maxima.					
N:o	M beob.	Diff.	M verb.	Diff.	M beob. $-M$ verb.	N:o	M beob.	Diff.	M verb.	Diff.	M beob. $-M$ verb.
0	0		0		0.00						
		22.98		22.98							
2	22.98		22.98		0.00	1	442.37		442.37		0.00
		20.07		20.31				23.15		19.99	
4	43.05		43.29		− 0.24	3	419.22		422.38		− 3.16
		18.65		18.28				14.76		17.92	
6	61.70		61.57		+ 0.13	5	404.46		404.46		0.00
		16.26		16.39				15.71		16.06	
8	77.96		77.96		− 0.00	7	388.75		388.40		+ 0.35
		14.88		14.78				14.93		14.60	
10	92.84		92.74		+ 0.10	9	373.82		373.80		+ 0.02
		12.96		13.37				12.75		13.37	
12	105.80		106.11		− 0.31	11	361.07		360.43		+ 0.64
		12.88		12.12				12.72		12.04	
14	118.68		118.23		+ 0.45	13	348.35		348.39		− 0.04
		10.68		11.04				10.47		10.48	
16	129.36		129.27		+ 0.09	15	337.88		337.91		− 0.03
		9.92		10.01				9.20		9.40	
18	139.28		139.28		0.00	17	328.68		328.51		+ 0.17
		9.08		9.08				9.68		9.21	
20	148.36		148.36		0.00	19	319.00		319.30		− 0.30

Definitive Ladung = 231.98.

7. Von den verbesserten Ladungsextremen ausgehend, berechne ich zunächst das Decrement nach der Methode der Tabellen I und III der Abhandlung von Prof. SUNDELL, somit ohne Oscillation der Capacität. Zu dem Zwecke stelle ich in der Tabelle B unten zusammen die berechneten und die verbesserten Werthe der normalen Ladung Q, die Differenzen in der Reihe

„Q verb.“, die Unterschiede $\triangle Q$ zwischen der definitiven und der normalen Ladung „Q verb.“ sowie die Correctionen $\triangle_1\gamma$ und $\triangle_2\gamma$. Die Tabelle C ist in Uebereinstimmung mit der Tabelle III von Prof. SUNDELL construirt.

Tabelle B.

N:o	Q	Q verb.	Diff.	$\triangle Q$	$\triangle_1\gamma$	$\triangle_2\gamma$
0	—	226.58		5.40		
			0.49		− 94	+ 25
1	227.08	227.07		4.91		
			0.43		82	22
2	227.52	227.50		4.48		
			0.39		74	20
3	227.89	227.89		4.09		
			0.36		68	18
4	228.25	228.25		3.73		
			0.33		62	17
5	228.56	228.58		3.40		
			0.31		59	15
6	228.90	228.89		3.09		
			0.29		55	14
7	229.19	229.18		2.80		
			0.25		47	12
8	229.44	229.43		2.55		
			0.23		43	11
9	229.67	229.66		2.32		
			0.23		43	10
10	229.84	229.89		2.09		
			0.22		41	9
11	230.01	230.11		1.87		
			0.21		40	8
12	230.19	230.32		1.66		
			0.21		40	7
13	230.35	230.53		1.45		
			0.20		38	6
14	230.63	230.73		1.25		
			0.19		36	5
15	230.90	230.92		1.06		
			0.18		34	4
16	231.19	231.10		0.88		
			0.17		32	4
17	231.46	231.27		0.71		
			0.17		32	3
18	231.54	231.44		0.54		
			0.16		30	2
19	231.62	231.60		0.38		
			0.15		28	2
20	—	231.75		0.23		

Tabelle C.

	$\pm(M_n - M_{n-1})$	$\text{Log}\pm(M_n - M_{n-1})$	Diff.	Mittel	Reduction	Multipel von γ	γ
$M_1 - M_0$	442.37	2.64579					
			0.41295				
$M_{19} - M_{20}$	170.94	2.23284					
				0.39013	− 669	$0.38344 = 18\gamma$	0.02130
$M_1 - M_2$	419.39	2.62262					
			0.36730				
$M_{19} - M_{18}$	180.02	2.25532					
				0.34581	581	$0.34000 = 16\gamma$	0.02125
$M_3 - M_2$	399.40	2.60141					
			0.32442				
$M_{17} - M_{18}$	189.23	2.27699					
				0.30189	498	$0.29691 = 14\gamma$	0.02121
$M_3 - M_4$	379.09	2.57874					
			0.27936				
$M_{17} - M_{16}$	199.24	2.29938					
				0.25884	420	$0.25464 = 12\gamma$	0.02122
$M_5 - M_4$	361.17	2.55771					
			0.23832				
$M_{15} - M_{16}$	208.64	2.31939					
				0.21585	345	$0.21240 = 10\gamma$	0.02124
$M_5 - M_6$	342.89	2.53516					
			0.19337				
$M_{15} - M_{14}$	219.68	2.34179					
				0.17283	270	$0.17013 = 8\gamma$	0.02127
$M_7 - M_6$	326.83	2.51432					
			0.15229				
$M_{13} - M_{14}$	230.16	2.36203					
				0.12998	197	$0.12801 = 6\gamma$	0.02134
$M_7 - M_8$	310.44	2.49198					
			0.10767				
$M_{13} - M_{12}$	242.28	2.38431					
				0.08668	129	$0.08539 = 4\gamma$	0.02135
$M_9 - M_8$	295.84	2.47106					
			0.06568				
$M_{11} - M_{12}$	254.32	2.40538					
				0.04343	65	$0.04278 = 2\gamma$	0.02139
$M_9 - M_{10}$	281.06	2.44880					
			0.02117				
$M_{11} - M_{10}$	267.69	2.42763					

Hieraus ergiebt sich

$$90\,\gamma = 1.91370$$

und

$$\gamma = 0.02126 \pm 1.1,$$

welcher Werth ausserordentlich nahe mit dem von Prof. Sundell gefundenen Werthe übereinstimmt (Vergl. pag. 10 oben).

8. Ich berechne ferner das Decrement unter Voraussetzung einer Oscillation der Capacität des Condensators und zwar werde ich diese Oscillation ziemlich gross annehmen, um deren Einwirkung besser übersehen zu können. Zu dem Zwecke verschiebe ich die in der Tabelle B interpolirte Curve der normalen Ladung nach oben um die Hälfte des Unterschiedes gegen die definitive Ladung[1]), berechne die Werthe der so erhaltenen normalen Ladung „Q erhöht" für die Mitte jeder Halboscillation, ferner mit Anwendung dieser Werthe die Anfangs- und Endamplituden für jede Halboscillation, sowie das zugehörige Decrement, an welches noch die Hälften der in der Tabelle B enthaltenen Reductionen $\triangle_1\gamma$ und $\triangle_2\gamma$ anzubringen sind. Von zwei successiven „γ reduc." wird der mittlere Werth genommen. Die Rechnung ist für dieselbe Curve N:o 3 wie oben in der Tabelle D zusammengestellt.

Tabelle D.

N:o	Q erh.	Endampl.	Anfangs-ampl.	γ	Reduction	γ reduc.	Mittel
0		—	229.37				
	229.37			0.03196	−35	0.03161	
1		213.00	212.74				0.02196
	229.63			0.01261	30	0.01231	
2		206.65	206.86				0.02160
	229.84			0.03116	27	0.03089	
3		192.54	192.35				0.02175
	230.03			0.01286	25	0.01261	
4		186.74	186.91				0.02140
	230.20			0.03041	23	0.03018	
5		174.26	174.10				0.02173
	230.36			0.01345	17	0.01328	
6		168.79	168.94				0.02125
	230.51			0.02938	16	0.02922	
7		157.89	157.75				0.02160
	230.65			0.01416	18	0.01398	
8		152.69	152.81				0.02127
	230.77			0.02872	16	0.02856	
9		143.03	142.92				0.02158
	230.88			0.01477	17	0.01460	

[1]) Eigentlich ist die Versetzung der normalen Ladung um die Hälfte des Unterschiedes gegen die definitive Ladung schon zu gross, indem sie Werthe der Capacität ergiebt, welche die definitive Capacität übersteigen. Siehe für eine zweite Annahme pag. 16.

N:o	Q erh.	Endampl.	Anfangs-ampl.	γ	Reduction	γ reduc.	Mittel
9		143.03	142.92				0.02158
	230.88			0.01477	17	0.01460	
10		138.14	138.25				0.02151
	230.99			0.02859	16	0.02843	
11		129.44	129.32				0.02151
	231.11			0.01475	16	0.01459	
12		125.00	125.10				0.02141
	231.21			0.02840	17	0.02823	
13		117.18	117.08				0.02159
	231.31			0.01511	16	0.01495	
14		113.08	113.18				0.02061
	231.41			0.02642	16	0.02626	
15		106.50	106.41				0.02176
	231.50			0.01740	15	0.01725	
16		102.23	102.32				0.02033
	231.59			0.02355	14	0.02341	
17		96.92	96.84				0.02185
	231.67			0.02043	15	0.02028	
18		92.39	92.47				0.02194
	231.75			0.02374	14	0.02360	
19		87.55	87.47				0.02190
	231.83			0.02033	13	0.02020	
20		83.47	—				

Bildet man jetzt die Summen der in der letzten Columne enthaltenen mittleren Werthe mit jedesmaligem Ausschliessen eines Werthes vom Anfang und eines Werthes vom Ende der Reihe (vergl. pag. 8), so findet man

$$100\,\gamma = 2.14395$$

und das definitive Decrement

$$\gamma = 0.02144 \pm 1.2.$$

Versetzt man die Curve der normalen Ladung nach oben statt um die Hälfte, nur um einen Drittel des Unterschiedes gegen die definitive Ladung, was eine sehr passende Annahme sein dürfte, so bekommt man durch eine Rechnung, welche derjenigen der Tabelle D ganz analog ist, das definitive Decrement

$$\gamma = 0.02138 \pm 1.2.$$

Zu diesem Werthe wäre man auch mittels directer Interpolation gelangt aus den Werthen $\gamma = 0.02126$, für nicht oscillirende Capacität, und $\gamma = 0.02144$, für

Oscillation der Capacität, mit Versetzung der Curve der normalen Ladung nach oben um $\frac{1}{2}\triangle Q$.

Ich stelle noch zusammen die Decremente der einzelnen Halboscillationen, berechnet für nicht oscillirende Capacität, für mässig oscillirende Capacität und für stark oscillirende Capacität.

Tabelle E.

Decremente der einzelnen Halboscillationen.

N:o	Nicht osc. Cap.	Versetzung von Q um $\frac{1}{3}\triangle Q$.	Versetzung von Q um $\frac{1}{2}\triangle Q$.
0— 1	0.02142	0.02851	0.03161
1— 2	0.02171	0.01544	0.01231
2— 3	0.02130	0.02766	0.03089
3— 4	0.02129	0.01554	0.01261
4— 5	0.02152	0.02728	0.03018
5— 6	0.02122	0.01589	0.01328
6— 7	0.02102	0.02649	0.02922
7— 8	0.02130	0.01649	0.01398
8— 9	0.02123	0.02609	0.02856
9—10	0.02124	0.01678	0.01460
10—11	0.02184	0.02623	0.02843
11—12	0.02051	0.01665	0.01459
12—13	0.02248	0.02623	0.02823
13—14	0.01991	0.01662	0.01495
14—15	0.02152	0.02463	0.02626
15—16	0.02119	0.01854	0.01725
16—17	0.01968	0.02214	0.02341
17—18	0.02308	0.02125	0.02028
18—19	0.02124	0.02278	0.02360
19—20	0.02159	0.02066	0.02020
Definitives Decrement:	0.02127	0.02138	0.02144

9. Beobachtungen der Ladungsmaxima existiren für folgende, in den Tabellen K des ersten Theiles dieser Arbeit enthaltene Schwingungscurven.

In der Serie I a), in welcher $C = 0.5071$ M. F. und $L = \begin{cases} 0.5933 \\ 0.5817 \end{cases}$ Quadr., für die Curven N:o 1, N:o 2 und N:o 3, mit den Widerständen $3.167\ \Omega$, $12.513\ \Omega$ und $24.643\ \Omega$ bez.

In der Serie I b), in welcher $C = 1.0119$ M. F. und $L = \begin{cases} 0.5933 \\ 0.5817 \end{cases}$ Quadr., für die Curven N:o 1, N:o 2, N:o 3, N:o 4 uud N:o 5, mit den Widerständen $3.141\ \Omega$, $6.306\ \Omega$, $12.527\ \Omega$, $18.629\ \Omega$ und $24.675\ \Omega$ bez.

In der Serie I c), in welcher $C = 1.5182$ M. F. und $L = \begin{cases} 0.5933 \\ 0.5817 \end{cases}$ Quadr., für die Curven N:o 1, N:o 2 und N:o 3, mit den Widerständen $3.143\ \Omega$, $12{,}506\ \Omega$ und $24.624\ \Omega$ bez.

In der Serie I d), in welcher $C = 2.0229$ M. F. und $L = \begin{cases} 0.5933 \\ 0.5817 \end{cases}$ Quadr., für die Curven N:o 1, N:o 2, N:o 3, N:o 4, N:o 5, N:o 6 und N:o 7, mit den Widerständen $3.174\ \Omega$, $6.319\ \Omega$, $12.544\ \Omega$, $18.597\ \Omega$, $24.660\ \Omega$, $42.071\ \Omega$ und $65.098\ \Omega$ bez.

In der Serie II a), in welcher $C = 2.0229$ M. F. und $L = \begin{cases} 0.1926 \\ 0.1922 \end{cases}$ Quadr., für die Curve N:o 1, mit dem Widerstande $1.751\ \Omega$.

In der Serie II c), in welcher $C = 2.0229$ M. F. und $L = \begin{cases} 1.1854 \\ 1.1655 \end{cases}$ Quadr., für die Curve N:o 1, mit dem Widerstande $6.108\ \Omega$.

Ausserdem sind sowohl die Ladungsminima wie die Ladungsmaxima beobachtet worden für eine Anzahl einzelnstehender Curven, welche in den Tabellen K des Theiles I nicht enthalten sind, nämlich für die folgenden Curven:

Die Curve N:o 1 in den Tabellen G und H des Th. I, bei welcher $C = 0.2033$ M. F., $L = \begin{cases} 0.5933 \\ 0.5817 \end{cases}$ Quadr., $W = 3.146\ \Omega$.

Die Curve N:o 11 (Tabellen G und H), bei welcher $C = 2.0229$ M. F., $L = \begin{cases} 0.08875 \\ 0.08789 \end{cases}$ Quadr., $W = 1.200\ \Omega$.

Die Curve N:o 13 (Tabellen G und H), bei welcher $C = 2.0229$ M. F., $L = \begin{cases} 0.3843 \\ 0.3842 \end{cases}$ Quadr., $W = 3.400\ \Omega$.

Die Curve N:o 14 (Tabellen G und H), bei welcher $C = 2.0229$ M. F., $L = \begin{cases} 0.8409 \\ 0.8355 \end{cases}$ Quadr., $W = 5.073\ \Omega$.

Wie die obige Aufzählung zeigt, sind die erforderlichen Daten vorhanden für eine Neuberechnung der Coefficienten a und b (Art. 5, IV) in den Serien I, welche demselben Selbstinductionscoefficienten

$$L = \begin{cases} 0.5933 \\ 0.5817 \end{cases} \text{Quadr.},$$

angehören, dagegen nicht in den Serien II, in welchen die Capacität constant $= 2.0229$ M. F. gehalten wurde. Weil aber die Serien I überhaupt die grössten Abweichungen des Verhältnisses $\frac{b \text{ beob.}}{b \text{ berechn.}}$ (p. 97) von der Einheit zeigen, so muss die Untersuchung schon mit dem vorhandenen Materiale entscheidend sein, wie es sich auch wirklich zeigt.

Ich nehme jedenfalls auch die übrigen, oben aufgezählten Curven in den am Ende der Abhandlung zusammengestellten Tabellen auf, indem ich diese Curven bei der Beantwortung einer im Art. 16 unten näher anzugebenden Nebenfrage mit benutze.

10. Die beigefügten Tabellen enthalten zunächst unter dem Titel „Beobachtungen von Ladungsextremen" die direct beobachteten und die corrigirten Galvanometerausschläge, für die Extremen 1 bis 20 der unter 9 oben aufgezählten Curven. Die definitive Ladung, welche ebenfalls angegeben ist, wurde am Anfang und am Ende der Beobachtungen jeder einzelnen Curve bestimmt. Die „Beob. r" sind die Mitteln aus sechs Bestimmungen, bei welchen auf Zehntel Scalentheile abgelesen wurde.

Unter dem Titel „Decrementsberechnungen" finden sich für jede Curve drei Tabellen, welche in Ordnung mit A, B und C bezeichnet sind und in derselben Weise construirt wurden, wie die oben pag. 12, 13 u. 14 mitgetheilten Tabellen A, B und C für die Ladungscurve N:o 3. Für dieselben Curven wurden auch Tabellen von der Form D (pag. 15 oben) berechnet, welche ich jedoch nicht anführe, da ich im Folgenden nur das Endresultat brauche, auf Einzelnheiten dieser Rechnungen aber nicht Bezug nehme.

11. Die Resultate sämmtlicher Berechnungen von logaritmischen Decrementen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Hierbei wurden die γ-Werthe, welche einer oscillirenden Capacität entsprechen, die durch Erhöhung von Q mit $\frac{1}{3}\triangle Q$ zu Stande kommt, aus denjenigen γ-Werthen interpolirt,

welche sich für nicht oscillirende Capacität ergeben und welche einer Oscillation der Capacität, bei Erhöhung von Q mit $\frac{1}{2}\triangle Q$, angehören (vergl. pag. 16 oben).

Bezeichnung der Curve.		Widerstand in Ohm.	Definitive Decremente.		
			Nicht osc. Capacität.	Versetzung von Q um $\frac{1}{3}\triangle Q$.	Versetzung von Q um $\frac{1}{2}\triangle Q$.
Serie I a.	Curve N:o 1.	3.167	$\gamma = 0.02841 \pm 4.0$	$\gamma = 0.02843$	$\gamma = 0.02844 \pm 3.3$
	Curve N:o 2.	12.513	$\gamma = 0.03437 \pm 4.3$	$\gamma = 0.03440$	$\gamma = 0.03441 \pm 4.3$
	Curve N:o 3.	24.643	$\gamma = 0.04237 \pm 1.5$	$\gamma = 0.04238$	$\gamma = 0.04239 \pm 1.1$
Serie I b.	Curve N:o 1.	3.141	$\gamma = 0.02126 \pm 1.1$	$\gamma = 0.02138$	$\gamma = 0.02144 \pm 1.2$
	Curve N:o 2.	6.306	$\gamma = 0.02647 \pm 1.2$	$\gamma = 0.02652$	$\gamma = 0.02654 \pm 2.0$
	Curve N:o 3.	12.527	$\gamma = 0.03019 \pm 1.7$	$\gamma = 0.03024$	$\gamma = 0.03026 \pm 1.9$
	Curve N:o 4.	18.629	$\gamma = 0.03551 \pm 4.8$	$\gamma = 0.03554$	$\gamma = 0.03555 \pm 5.0$
	Curve N:o 5.	24.675	$\gamma = 0.04089 \pm 4.7$	$\gamma = 0.04091$	$\gamma = 0.04092 \pm 4.4$
Serie I c.	Curve N:o 1.	3.143	$\gamma = 0.01902 \pm 4.8$	$\gamma = 0.01911$	$\gamma = 0.01915 \pm 5.0$
	Curve N:o 2.	12.506	$\gamma = 0.02895 \pm 4.3$	$\gamma = 0.02906$	$\gamma = 0.02911 \pm 2.5$
	Curve N:o 3.	24.624	$\gamma = 0.04255 \pm 0.7$	$\gamma = 0.04262$	$\gamma = 0.04266 \pm 1.6$
Serie I d.	Curve N:o 1.	3.174	$\gamma = 0.01703 \pm 4.9$	$\gamma = 0.01713$	$\gamma = 0.01718 \pm 5.6$
	Curve N:o 2.	6.319	$\gamma = 0.02194 \pm 3.2$	$\gamma = 0.02197$	$\gamma = 0.02199 \pm 3.9$
	Curve N:o 3.	12.544	$\gamma = 0.02954 \pm 2.2$	$\gamma = 0.02961$	$\gamma = 0.02964 \pm 2.3$
	Curve N:o 4.	18.597	$\gamma = 0.03719 \pm 3.1$	$\gamma = 0.03721$	$\gamma = 0.03722 \pm 3.4$
	Curve N:o 5.	24.660	$\gamma = 0.04447 \pm 2.4$	$\gamma = 0.04452$	$\gamma = 0.04454 \pm 3.5$
	Curve N:o 6.	42.071	$\gamma = 0.06615 \pm 2.7$	$\gamma = 0.06617$	$\gamma = 0.06618 \pm 4.7$
	Curve N:o 7.	65.098	$\gamma = 0.09567 \pm 16.8$	$\gamma = 0.09580$	$\gamma = 0.09586 \pm 20.3$
Serie II a.	Curve N:o 1.	1.751	$\gamma = 0.02384 \pm 1.9$	$\gamma = 0.02389$	$\gamma = 0.02391 \pm 1.5$
Serie II c.	Curve N:o 1.	6.108	$\gamma = 0.01504 \pm 5.6$	$\gamma = 0.01507$	$\gamma = 0.01508 \pm 5.3$
Curve G.	I. N:o 1.	3.146	$\gamma = 0.04294 \pm 7.8$	$\gamma = 0.04305$	$\gamma = 0.04311 \pm 5.1$
Curve G.	III. N:o 11.	1.200	$\gamma = 0.04447 \pm 6.5$	$\gamma = 0.04443$	$\gamma = 0.04441 \pm 7.3$
Curve G.	III. N:o 13.	3.400	$\gamma = 0.01941 \pm 0.7$	$\gamma = 0.01942$	$\gamma = 0.01943 \pm 1.1$
Curve G.	III. N:o 14.	5.073	$\gamma = 0.01655 \pm 0.5$	$\gamma = 0.01660$	$\gamma = 0.01662 \pm 0.7$

Wie die Tabelle zeigt, sind die für eine Oscillation der Capacität berechneten Werthe des Decrementes fast ohne Ausnahme nur ganz unbedeutend grösser als die für nicht oscillirende Capacität sich ergebenden Werthe. Der Unterschied rührt wohl hauptsächlich von der Berechnungsmethode der Decremente mit Oscillation her, welche eine angenäherte ist und ein willkürliches Element, die Versetzung der normalen Ladung, in sich schliesst, und dürften die ohne Oscillation der Capacität berechneten Werthe als zuverlässiger zu betrachten sein (vergl. SUNDELL, a. a. O. pag. 18).

12. Die folgende Tabelle giebt einen Vergleich zwischen den jetzt gefundenen Decrementen (ohne Oscillation der Capacität) und den aus Th. I pag. 93 hervorgehenden alten Decrementen $\gamma = \log \text{vulg } k$.

Bezeichnung der Curve.		Altes Decrement.	Neues Decrement.	Diff. = altes − neues Decrement.
Serie I a.	Curve N:o 1.	0.02869	0.02841	+ 0.00028
	Curve N:o 2.	0.03431	0.03437	− 0.00006
	Curve N:o 3.	0.04218	0.04237	− 0.00019
Serie I b.	Curve N:o 1.	0.02226	0.02126	+ 0.00100
	Curve N:o 2.	0.02592	0.02647	− 0.00055
	Curve N:o 3.	0.03056	0.03019	+ 0.00037
	Curve N:o 4.	0.03551	0.03551	0.00000
	Curve N:o 5.	0.04120	0.04089	+ 0.00031
Serie I c.	Curve N:o 1.	0.01957	0.01902	+ 0.00055
	Curve N:o 2.	0.02918	0.02895	+ 0.00023
	Curve N:o 3.	0.04262	0.04255	+ 0.00007
Serie I d.	Curve N:o 1.	0.01795	0.01703	+ 0.00092
	Curve N:o 2.	0.02259	0.02194	+ 0.00065
	Curve N:o 3.	0.02995	0.02954	+ 0.00041
	Curve N:o 4.	0.03711	0.03719	− 0.00008
	Curve N:o 5.	0.04485	0.04447	+ 0.00038
	Curve N:o 6.	0.06580	0.06615	− 0.00035
	Curve N:o 7.	0.09500	0.09567	− 0.00067
Serie II a.	Curve N:o 1.	0.02391	0.02384	+ 0.00007
Serie II c.	Curve N:o 2.	0.01494	0.01504	− 0.00010

Man sieht hieraus, dass die neuen Decremente meistens kleiner als die alten sind; jedoch ist dies nicht immer der Fall, sondern kann auch das umgekehrte stattfinden. Die Differenz zwischen dem alten und dem neuen Decremente zeigt im Allgemeinen innerhalb der einzelnen Serien einen ziemlich regelmässigen Gang, indem sie mit wachsendem Widerstande abnimmt. Eine starke Abweichung kommt bei der zweiten Curve der Serie I b vor. Eine andere Abnormität dieser Curve ergiebt sich bei Vergleichung der beigefügten Tabellen B. Die mit der Ueberschrift Q versehene Columne zeigt fast ausnahmslos eine regelmässige Zunahme der normalen Ladung der ganzen Schwingungscurve entlang an, nur nahe am Ende der Curve kann es vorkommen, dass die normale Ladung nicht mehr wächst oder sogar anfängt schwach abzunehmen, wie es z. B. bei den Curven I a N:o 2, I b N:o 3, I d N:o 1, I d N:o 4, I d N:o 5 und I d N:o 6 der Fall ist. Bei der Curve I b N:o 2 dagegen hört die normale Ladung schon in der Mitte der Curve auf zu wachsen. Das regelmässige Anwachsen der normalen Ladung der ganzen Schwingungscurve entlang scheint hiernach ein Criterium für die Güte der Dämpfungsbestimmung überhaupt abzugeben.

Gewissermassen lässt sich die Güte eines berechneten definitiven Decrementes ausser nach der Grösse des wahrscheinlichen Fehlers auch beurtheilen mit Hülfe der letzten, mit der Ueberschrift γ versehenen Columne der Tabellen C. Eigentlich sollten die Werthe in dieser Columne weder constant wachsen, noch constant abnehmen, sondern unregelmässig vertheilte Abweichungen von dem mittleren Werthe zeigen. Bei genauerer Betrachtung der Tabellen C geht jedoch hervor, dass diese Bedingung öfter nicht erfüllt, als wirklich erfüllt ist. Nehmen wir z. B. die Curven N:o 1 und N:o 2 der Serie I a, so sehen wir, dass bei der ersteren die Werthe γ beständig zunehmen, bei der letzteren dagegen fast durchgehend abnehmen.

13. Nach Art. 5, IV Th. I existirt zwischen dem Widerstande W [1]) der Strombahn und dem logaritmischen Decremente der Schwingungen eine lineare Relation, welche hier die Form

$$\gamma = a + bW, \tag{10}$$

[1]) Bei den Berechnungen in diesem und dem folgenden Art. sollten eigentlich nicht die in der Tabelle p. 20 angeführten Widerstände der metallischen Strombahn, sondern diese Wiederstände, mit dem Widerstand der Accumulatorbatterie vermehrt, gebraucht verden. Da der Widerstand der Accumulatorbatterie nur annähernd bekannt und sehr klein ist, habe ich jedoch vorgezogen die Rechnungen mit den p. 20 angegebenen Widerständen auszuführen und durch eine nachherige Correctionsrechnung den sehr kleinen Einfluss des Widerstandes der Accumulatorbatterie zu ermitteln. (Vergl. Th. II, p. 3, Acta Soc. Scient. Fenn. T. XXIV N:o 3).

mit den Coefficientenwerthen

$$(11) \qquad a = M\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{r}\right); \qquad b = M\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{C}{L}},$$

annimmt.

Setzt man die Werthe von γ in jeder der Serien I der Tabelle auf pag. 20 graphisch aus, so sieht man, dass die erhaltenen Punkte überhaupt sehr gut in gerader Linie liegen. Nur der Werth für die Curve N:o 2 der Serie I b zeigt eine stärkere Abweichung, indem der entsprechende Punkt zu hoch liegt. Mit Rücksicht hierauf und auf das am Ende vom Art. 12 oben Gesagte werde ich bei der Berechnung der Serie I b dem Decremente der Curve N:o 2 das Gewicht 1 beilegen, den Decrementen der übrigen Curven dagegen das Gewicht 2. In den Serien I a, I c und I d werden die Decremente alle vom gleichen Gewichte angenommen.

Nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet man für die Serien I der Tabelle pag. 20 die folgenden linearen Relationen zwischen W und γ, wobei auch die wahrscheinlichen Fehler der Coefficienten a und b in Einheiten das letzten Decimals angegeben sind.

Nicht oscillirende Capacität.

Serie I a. $\gamma = \{\, 0.02631 \pm 7 \,\} + \{\, 0.0006505 \pm 42 \,\}\, W,$

Serie I b. $\gamma = \{\, 0.01918 \pm 34 \,\} + \{\, 0.0008815 \pm 210 \,\}\, W,$

Serie I c. $\gamma = \{\, 0.01545 \pm 19 \,\} + \{\, 0.0010967 \pm 117 \,\}\, W,$

Serie I d. $\gamma = \{\, 0.01356 \pm 15 \,\} + \{\, 0.0012588 \pm 48 \,\}\, W.$

Mässig oscillirende Capacität.

(Versetzung von Q um $\frac{1}{3}\triangle Q$).

Serie I a. $\gamma = \{\, 0.02633 \pm 6 \,\} + \{\, 0.0006500 \pm 36 \,\}\, W,$

Serie I b. $\gamma = \{\, 0.01929 \pm 33 \,\} + \{\, 0.0008774 \pm 208 \,\}\, W,$

Serie I c. $\gamma = \{\, 0.01556 \pm 17 \,\} + \{\, 0.0010956 \pm 107 \,\}\, W,$

Serie I d. $\gamma = \{\, 0.01360 \pm 15 \,\} + \{\, 0.0012595 \pm 47 \,\}\, W.$

Stark oscillirende Capacität.

(Versetzung von Q um $\frac{1}{2}\triangle Q$).

Serie I a. $\gamma = \{\ 0.02634 \pm 6\ \} + \{\ 0.0006500 \pm 36\ \}\ W,$

Serie I b. $\gamma = \{\ 0.01935 \pm 33\ \} + \{\ 0.0008754 \pm 205\ \}\ W,$

Serie I c. $\gamma = \{\ 0.01560 \pm 17\ \} + \{\ 0.0010956 \pm 104\ \}\ W,$

Serie I d. $\gamma = \{\ 0.01362 \pm 15\ \} + \{\ 0.0012597 \pm 47\ \}\ W.$

14. Die somit berechneten Coefficienten a und b mögen jetzt näher discutirt werden. Ich fange mit dem Coefficienten a an.

Aus der theoretischen Formel für a (die erste Formel (11) p. 23) ergiebt sich der Werth der Grösse w (vergl. Th. I, p. 95)

$$(12) \qquad w = \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{r}} = \frac{Rr}{R+r} = \frac{M\pi}{2a}\sqrt{\frac{L}{C}}.$$

Ferner hat man für den additiven Leitungswiderstand $W' - W$, welcher von der Leitungsfähigkeit der isolirenden Schichten der Induktionsspule und des Dielectricums des Condensators herrührt (Th. I p. 95),

$$(13) \qquad W' - W = \frac{L}{C}\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r}\right) = \frac{L}{Cw} = \frac{2a}{M\pi}\sqrt{\frac{L}{C}}.$$

In den folgenden Tabellen sind die aus (12) und (13) berechneten Werthe von w und $W' - W$ zusammengestellt, wobei zugleich ein Unterschied gemacht ist zwischen den mittels Gleichstrom und den mittels Wechselstrom bestimmten Werthen der Selbstinduktionscoefficienten (Th. I p. 57).

Nicht oscillirende Capacität.

	$L = L_G = 0.5817 \times 10^9$ cm.				$L = L_W = 0.5933 \times 10^9$ cm.			
Serie	I a.	I b.	I c.	I d.	I a.	I b.	I c.	I d.
C in M. F. . . .	0.5071	1.0119	1.5182	2.0229	0.5071	1.0119	1.5182	2.0229
w in Ohm . . .	27770	26970	27330	26980	28050	27230	27600	27250
$W' - W$ in Ohm .	41.31	21.32	14.02	10.66	41.72	21.53	14.16	10.76

Mässig oscillirende Capacität.

(Versetzung von Q um $\frac{1}{3}\triangle Q$).

	$L = L_G = 0.5817 \times 10^9$ cm.				$L = L_W = 0.5933 \times 10^9$ cm.			
Serie	I a.	I b.	I c.	I d.	I a.	I b.	I c.	I d.
C in M. F. . . .	0.5071	1.0119	1.5182	2.0229	0.5071	1.0119	1.5182	2.0229
w in Ohm . . .	27750	26810	27140	26900	28020	27080	27410	27170
$W' - W$ in Ohm .	41.34	21.44	14.12	10.69	41.75	21.65	14.26	10.80

Stark oscillirende Capacität.

(Versetzung von Q um $\frac{1}{2}\triangle Q$).

	$L = L_G = 0.5817 \times 10^9$ cm.				$L = L_W = 0.5933 \times 10^9$ cm.			
Serie	I a.	I b.	I c.	I d.	I a.	I b.	I c.	I d.
C in M. F. . . .	0.5071	1.0119	1.5182	2.0229	0.5071	1.0119	1.5182	2.0229
w in Ohm . . .	27740	26730	27070	26860	28010	27000	27340	27130
$W' - W$ in Ohm .	41.36	21.51	14.15	10.71	41.77	21.72	14.30	10.81

Wie diese Tabellen zeigen, übt die Unsicherheit in dem Werthe des Selbstinductionscoefficienten einen bedeutend grösseren Einfluss auf die Werthe von w und von $W' - W$ aus als die eventuel vorhandene Oscillation der Capacität der Condensators, welche überhaupt sehr kleine Veränderungen bewirkt. Für eine nähere Discussion genügt es deshalb z. B. die Werthe links in der Tabelle für nicht oscillirende Capacität auszuwählen.

Laut der im Art. 8, III p. 66 und 5, IV p. 96, Th. I ausgesprochenen Behauptung, dass die Grösse w fast ausschliesslich von der Leitungsfähigkeit der isolirenden Schichten der Inductionsspule, und fast gar nicht von dem sehr grossen Leitungswiderstande des Dielectricums des Condensators abhängt, sollte man haben

$$w = r,$$

und für die obigen Serien, welche alle derselben Combination an der Inductionsspule angehören,

$$w = \text{constant}.$$

Dass dies in der That der Fall ist, zeigen die neuen Werthe von w noch besser wie die alten (Th. I p. 96). Die Uebereinstimmung wird sogar noch ein klein wenig grösser, wenn man den obigen Widerstand W mit dem Widerstande der Accumulatorbatterie, welcher ungefähr 0.05 Ohm beträgt, vermehrt (vergl. p. 22). Diese Correction hat keinen Einfluss auf die Coefficienten b, dagegen verkleinern sich die Coefficienten a, und zwar mit den in der folgenden Tabelle enthaltenen Beträgen. Die Tabelle giebt sodann die Correction von w, sowie mit vier signifikativen Ziffern die corrigirten Werthe von w.

N:o der Serie	I a.	I b.	I c.	I d.
Correction zu a.	− 0.000033	− 0.000044	− 0.000055	− 0.000063
Correction zu w.	+ 35	+ 62	+ 97	+ 125
w corrigirt . . .	27800	27030	27430	27110

Als Mittel der corrigirten w – Werthe ergiebt sich

$$w = 27340 \pm 120.$$

Der wahrscheinliche Fehler einer einzelnen Bestimmung beträgt $240 = 0.9\,\%$. Das Mittel der wahrscheinlichen Fehlern der Coefficienten a der Tabelle p. 23 ist gleich $1.3\,\%$. *Somit bleibt w constant innerhalb der Fehlergrenzen.*

Die Werthe des additiven Leitungswiderstandes $W' - W$ ergeben sich etwas kleiner wie die entsprechenden alten Werthe (Th. I p. 96, vergl. auch Sundell a. a. O. p. 23), jedoch ist der Unterschied sehr gering.

15. Von grösserem Interesse noch als die Coefficienten a sind die Coefficienten b. Die nachfolgenden Tabellen geben Zusammenstellungen der beobachteten, d.h. in den linearen Relationen p. 23 u. 24 eingehenden Coefficienten b, der nach der zweiten Formel (11) berechneten Coefficienten b, sowie des Unterschiedes „b beob." — „b berechn.", in Einheiten des letzten Decimals und in Procent des Werthes von b, und der Quadratsummen der Differenzen „b beob." — „b berechn."

Nicht oscillirende Capacität.

	$L = L_G = 0.5817 \times 10^9$ cm				$L = L_W = 0.5933 \times 10^9$ cm.			
Serie.	I a.	I b.	I c.	I d.	I a.	I b.	I c.	I d.
C in M. F. . .	0.5071	1.0119	1.5182	2.0229	0.5071	1.0119	1.5182	2.0229
b beob.	0.0006505	0.0008815	0.0010967	0.0012588	0.0006505	0.0008815	0.0010967	0.0012588
b berechn. . . .	0.0006369	0.0008997	0.0011023	0.0012722	0.0006307	0.0008909	0.0010913	0.0012596
b beob. – b ber.	+ 136	– 182	– 56	– 134	+ 198	– 94	+ 54	– 8
Diff. in Procent	2.1	2.0	0.5	1.1	3.1	1.1	0.5	0.1
Quadratsumme	72712				51020			

Mässig oscillirende Capacität.

(Versetzung von Q um $\frac{1}{3}\triangle Q$.)

	$L = L_G = 0.5817 \times 10^9$ cm.				$L = L_W = 0.5933 \times 10^9$ cm.			
Serie.	I a.	I b.	I c.	I d.	I a.	I b.	I c.	I d.
C in M. F. . .	0.5071	1.0119	1.5182	2.0229	0.5071	1.0119	1.5182	2.0229
b beob.	0.0006500	0.0008774	0.0010956	0.0012595	0.0006500	0.0008774	0.0010956	0.0012595
b berechn. . . .	0.0006369	0.0008997	0.0011023	0.0012722	0.0006307	0.0008909	0.0010913	0.0012596
b beob. $-$ b ber.	+ 131	− 223	− 67	− 127	+ 193	− 135	+ 43	− 1
Diff. in Procent	2.1	2.5	0.6	1.0	3.1	1.5	0.4	0.0
Quadratsumme	87508				57324			

Stark oscillirende Capacität.

(Versetzung von Q um $\frac{1}{2}\triangle Q$.)

	$L = L_G = 0.5817 \times 10^9$ cm.				$L = L_W = 0.5933 \times 10^9$ cm.			
Serie.	I a.	I b.	I c.	I d.	I a.	I b.	I c.	I d.
C in M. F. . .	0.5071	1.0119	1.5182	2.0229	0.5071	1.0119	1.5182	2.0229
b beob.	0.0006500	0.0008754	0.0010956	0.0012597	0.0006500	0.0008754	0.0010956	0.0012597
b berechn. . . .	0.0006369	0.0008997	0.0011023	0.0012722	0.0006307	0.0008909	0.0010913	0.0012596
b beob. $-$ b ber.	+ 131	− 243	− 67	− 125	+ 193	− 155	+ 43	+ 1
Diff. in Procent	2.1	2.7	0.6	1.0	3.1	1.7	0.4	0.0
Quadratsumme	96324				63124			

Aus diesen Tabellen geht hervor, dass die Uebereinstimmung zwischen den beobachteten und den berechneten Werthen der Coefficienten b eine weitaus bessere ist als bei den alten Werthen (Th. I, p. 97). Die Differenzen sind nicht nur kleiner in Procent, sondern zeigen auch verschiedene Vorzeihen.

Die Summe der Quadraten der Differenzen „b beob. — b berechn." ist am kleinsten bei denjenigen b – Werthen, welche für nicht oscillirende Capacität berechnet wurden, und nimmt mit wachsender Stärke der Oscillation der Capacität zu. Hieraus könnte man zwar schliessen, dass die ohne Oscillation der Capacität berechneten Decremente die besten sind; jedoch sind aber die Unterschiede zu klein, dass diesem Schluss eine definitive Bedeutung zugelegt werden dürfte. Vielmehr muss die Frage der Einwirkung der wahrscheinlich vorhandenen Oscillation der Capacität auf das logarithmische Decrement der Schwingungen als eine offene betrachtet werden, welche nur auf Grund neuer Experimente zu lösen ist, wobei solche Dielectrica zu wählen sind, bei denen der zeitliche Verlauf der Capacität wesentlich stärker hervortritt, als es bei den gebrauchten sehr vollkommenen Glimmercondensatoren der Fall war.

Zu den b-Werthen wieder zurückkehrend sieht man, dass die Quadratsummen kleiner werden beim Gebrauch der mittels Wechselstrom bestimmten Werthe des Selbstinduktionscoefficienten wie beim Gebrauch der mittels Gleichstrom gefundenen Werthe. In der That verdient auch der erstere Werth grösseres Zutrauen wie der letztere (vergl. Th. I p. 64 und 65).

Beschränkt man mit Hinsicht auf das oben gesagte die Betrachtung auf die Coefficienten b rechts in der ersten Tabelle oben (ohne Oscillation) und beachtet, dass die wahrscheinlichen Fehler der Coefficienten „b beob." in den Reihen I a, I b, I c und I d gleich $0.7^{\%}$, $2.4^{\%}$, $1.0^{\%}$ und $0.4^{\%}$ bez. sind, so geht hervor, dass die Differenzen „b beob." — „b berechn." im Allgemeinen innerhalb der Fehlergrenzen liegen. Nur die erste Differenz macht eine kleine Ausnahme, welche jedenfalls sehr erklärlich ist, wenn man bedenkt, dass die entsprechende Grösse „b beob." aus nur drei Decrementsbestimmungen hervorgegangen ist, und der wahrscheinliche Fehler somit ganz zufällig relativ klein ausgefallen sein kann, obgleich die Grösse selbst in der Wirklichkeit nicht unbedeutend fehlerhaft sein mag. Es scheint in der zur Reihe I a gehörenden linearen Relation $\gamma = a + bW$ a zu klein und b zu gross ausgefallen zu sein.

Es stimmen also bei der strengen Berechnungsweise der Decremente die beobachteten und die theoretisch berechneten Coefficienten b mit einander überein.

Als Schlussfolgerung aus diesem und dem vorhergehenden Artikel kann behauptet werden, dass *die im Art. 3, II Th. I aufgestellte Theorie der Dämpfung der Schwingungen bei der Ladung eines Condensators innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler streng richtig ist.*

16. Nach dem Verhalten der normalen Ladung bei der oben ausführlich behandelten Curve N:o 3 könnte man vermuthen, dass die Capacität des Con-

densators sich während der Schwingungen schneller dem definitiven Werthe nähert als bei „directer“ Ladung, ohne merkbare Induction (siehe Sundell, a. a. O. p. 18). Für die Entscheidung dieser Frage liefern die Tabellen B, welche zu den überall 24 Ladungscurven gehören, deren Decremente berechnet worden sind, ein ziemlich umfassendes Material. Man nimmt zu diesem Zwecke den Werth der normalen Ladung „Q verb.“ am Ende der zehnten vollen Oscillation (N:o 20 in den Tabellen), welcher Werth von den eventuell vorhandenen Oscillationen der Capacität höchst unbedeutend beeinflusst sein dürfte, und drückt den Unterschied zwischen der definitiven Ladung und diesem Werthe Q_{20} in Procent der ersteren aus. Ferner berechnet man mit Hülfe der Tabellen Th. I p. 67 und 68, welche die beobachteten Punkte der Ladungscurven für directe Ladung enthalten, den Werth, den der Unterschied zwischen dem definitiven und dem augenblicklichen Werthe der Capacität am Ende der für zehn volle Oscillationen verwendeten Zeit bei directer Ladung haben würde, für dieselbe Combination von Capacität und Anzahl Accumulatoren, und zwar in Procent der definitiven Capacität. Diese Berechnungen ergeben die folgende Zusammenstellung.

N:o der Curve.	Capacitätsdifferenz bei Schwing.	Capacitätsdifferenz bei dir. Lad.	Diff.
Serie I a. Curve N:o 1	0.58	0.49	+ 0.09
„ „ „ N:o 2	0.64	0.49	+ 0.15
„ „ „ N:o 3	0.34	0.49	— 0.15
Serie I b. Curve N:o 1	0.10	0.47	— 0.37
„ „ „ N:o 2	0.61	0.47	+ 0.14
„ „ „ N:o 3	0.33	0.47	— 0.14
„ „ „ N:o 4	0.45	0.47	— 0.02
„ „ „ N:o 5	0.41	0.47	— 0.06
Serie I c. Curve N:o 1	1.06	0.45	+ 0.61
„ „ „ N:o 2	0.43	0.45	— 0.02
„ „ „ N:o 3	0.34	0.45	— 0.11
Serie I d. Curve N:o 1	0.66	0.42	+ 0.24
„ „ „ N:o 2	0.58	0.42	+ 0.16
„ „ „ N:o 3	0.35	0.42	— 0.07
„ „ „ N:o 4	0.63	0.42	+ 0.21
„ „ „ N:o 5	0.32	0.42	— 0.10
„ „ „ N:o 6	0.29	0.42	— 0.13
„ „ „ N:o 7	0.35	0.42	— 0.07
Serie II a. Curve N:o 1	0.64	0.57	+ 0.07
„ II c. „ N:o 1	0.63	0.38	+ 0.25
Curve G. I N:o 1	0.98	0.74	+ 0.24
„ G. III N:o 11	0.32	0.59	— 0.27
„ „ N:o 13	0.68	0.54	+ 0.14
„ „ N:o 14	0.42	0.53	— 0.11
Mittel:	0.51	0.48	+ 0.03

Der Unterschied zwischen den beiden Mitteln 0.51, für oscillirende Ladung, und 0.48 für nicht oscillirende Ladung, ist so gering, dass behauptet werden kann: *Nach relativ kurzer Zeit, vom Anfang der Ladung gerechnet, erreicht die Capacität eines guten Glimmercondensators denselben Werth, es mag die Ladung eine oscillirende oder nicht oscillirende sein.* Hiermit ist je-

doch nicht ausgeschlossen, dass besonders für diesen Zweck angestellte Experimente zu einer kleinen Modification dieses Satzes führen könnten.

Die Curve N:o 1 in der Serie I b zeigt ein abnormes Verhalten, indem die normale Ladung zu schnell wächst. Bei der Curve N:o 1 der Serie I c ist das entgegensetzte der Fall. Die normale Ladung wächst entschieden zu langsam.

17. Zuletzt werde ich noch eine Anwendung der neuen Coefficienten b machen, indem ich die Capacitäten C_3, C_4 und C_5 und den Selbstinductionscoefficienten L_4 mittels der am Ende des Art. 5, IV, Th. I angegebenen, ausschliesslich auf Schwingungsversuche gegründeten Methode berechne. Statt der dort eingehenden Formeln (17) und (18) erhält man jetzt aus

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

und

$$b = M\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$$

die Formeln

$$C = \frac{1}{M\pi^2}Tb = 0.23330\,Tb, \tag{14}$$

und

$$L = \frac{M}{4}\frac{T}{b} = 0.10857\,\frac{T}{b}. \tag{15}$$

Nach den Tabellen p. 97, Th. I und p. 23 oben hat man die folgenden Werthe:

Serie	I b.	I c.	I d.
Combination	C_3, L_4	C_4, L_4	C_5, L_4
Beob. Schw. Zeit in Millisec.	4.829	5.907	6.852
Corr. Schw. Zeit „ „	4.840	5.920	6.867
Coeff. „b beob.“ in $10^{-9}\frac{\text{sec.}}{\text{cm.}}$	0.0008815	0.0010967	0.0012588

Die corrigirten Werthe der Schwingungszeit wurden folgenderweise erhalten. Weil die Capacität des Condensators während der Schwingungen kleiner als die definitive Capacität ist, so gehört die beobachtete Schwingungszeit nicht

zu der definitiven Capacität C, sondern zu einer kleineren Capacität $C - \triangle C$. Um die beobachtete Schwingungszeit auf die definitive Capacität zu beziehen, muss dieselbe mit

$$\triangle T = \frac{1}{2} T \frac{\triangle C}{C}$$

vermehrt werden. Die Grösse $\triangle C$ ist nicht genau bekannt; weil aber die Correction $\triangle T$ sehr klein ist, so genügt es für $\frac{\triangle C}{C}$ einen aus den betreffenden Stücken der Ladungscurven für directe Ladung, p. 67 und 68, Th. I, genommenen Werth zu gebrauchen. Wäre die Correction grösser, so hätte man die Schwingungszeit T als der Curve entlang veränderlich anzusehen, und die Correction stufenweise anzubringen. Die Werthe von $\triangle C$ könnten auch der bei der Berechnung des logarithmischen Decrementes erhaltenen Curve der normalen Ladung entnommen werden, wobei jedoch die Correction ein wenig zu gross ausfallen würde, weil die Werthe von Q am Anfang der Ladungscurve höchst wahrscheinlich zufolge einer Oscillation der Capacität zu klein sind.

In den obigen Fällen wurde für die Berechnung der Correction der Werth

$$\frac{1}{2} \frac{C}{C} = 0.\text{----}$$

gebraucht.

Aus den oben gegebenen Zahlen berechnet man mittels der Formeln (14) und (15) die Werthe

Serie	I b.	I c.	I d.
Capacität in M. F. . . .	0.995	1.515	2.017
Selbstind. coeff. in 10^9 cm.	0.5961	0.5861	0.5923

welche alle annehmbar sind. Das Mittel der Werthe von L ist 0.5915, somit ein sehr guter Werth.

Tabellen.

Beobachtungen von Ladungsextremen.

Serie I a).

$C = 0.5071$ M. F. $\qquad L = \begin{cases} 0.5933 \\ 0.5817 \end{cases}$ Quadr.

Curve N:o 1. $W = 3.167$ Ohm.

	D. L.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Beob. v . .	236.11	464.83	29.52	438.83	54.32	411.38	77.00	389.82	96.10	369.95	113.05
Corr. v . .	233.33	442.40	29.52	419.85	54.29	395.63	76.91	376.34	95.95	358.59	112.82
	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	D. L.
Beob. v . .	351.97	128.07	338.10	141.05	324.97	152.32	313 93	162.18	304.37	171.28	236.11
Corr. v . .	342.08	127.73	329.24	140.58	317.19	151.71	306.96	161.38	298.05	170.34	233.33

Curve N:o 2. $W = 12.531$ Ohm.

	D. L.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Beob. v . .	200.03	389.98	29.18	360.58	54.02	336.93	75.13	315.92	93.00	299.00	108.17
Corr. v . .	197.79	375.03	29.18	348.62	53.96	327.10	74.98	307.72	92.72	292.04	107.77
	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	D. L.
Beob. v . .	283.95	121.33	271.70	132.95	260.68	142.30	251.42	150.90	242.97	157.97	200.03
Corr. v . .	277.96	120.76	266.40	132.22	255.95	141.42	247.13	149.87	239.11	156.80	197.79

	Curve N:o 3. $W = 24.643$ Ohm.										
	D. L.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Beob. v . .	200.15	386.80	35.25	351.73	64.05	325.00	88.00	301.78	107.12	283.92	123.03
Corr. v . .	197.92	372.19	35.24	340.71	63.95	316.15	87.75	294.64	106.71	277.93	122.44
	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	D. L.
Beob. v . .	268.12	136.63	254.85	148.02	246.03	157.02	237.77	164.98	231.07	171.00	200.16
Corr. v . .	263.01	135.84	250.42	147.04	242.03	155.88	234.15	163.66	227.74	169.55	197.93

Serie I b).

$C = 1.0119$ M. F. $\quad L = \begin{cases} 0.5933 \\ 0.5817 \end{cases}$ Quadr.

	Curve N:o 1. $W = 3.141$ Ohm.										
	D. L.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Beob. v . .	236.00	469.42	22.98	442.10	43.07	424.93	61.75	406.93	78.08	390.00	93.05
Corr. v . .	231.98	442.37	22.98	419.22	43.05	404.46	61.70	388.75	77.96	373.82	92.84
	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	D. L.
Beob. v . .	375.68	106.17	361.48	119.22	349.87	130.07	339.73	140.18	329.12	149.47	—
Corr. v . .	361.07	105.80	348.35	118.68	337.88	129.36	328.68	139.28	319.00	148.36	—

	Curve N:o 2. $W = 6.306$ Ohm.										
	D. L.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Beob. v . .	200.02	395.08	21.97	372.93	41.00	352.83	59.02	334.92	75.03	319.90	89.02
Corr. v . .	197.51	378.10	21.97	358.45	40.99	340.39	58.99	324.19	74.97	310.47	88.88
	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	D. L.
Beob. v . .	305.87	101.08	293.07	113.03	280.95	122.98	270.97	131.88	262.57	138.95	200.07
Corr. v . .	297.57	100.84	285.69	112.65	274.41	122.45	265.07	131.20	257.16	138.14	197.56

Curve N:o 3. $W = 12.527$ Ohm.

	D. L.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Beob. v . .	200.22	393.83	26.02	366.58	48.83	344.63	68.02	324.83	85.02	308.00	101.07
Corr. v . .	197.71	377.00	26.02	352.78	48.81	332.98	67.98	314.99	84.90	299.53	100.83

	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	D. L.
Beob. v . .	293.92	113.07	281.58	123.97	270.72	133.95	261.78	142.15	253.25	149.97	200.17
Corr. v . .	286.52	112.68	275.00	123.41	264.84	133.24	256.44	141.27	248.37	148.93	197.66

Curve N:o 4. $W = 18.629$ Ohm.

	D. L.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Beob. v . .	200.03	391.67	30.13	361.87	55.25	336.52	77.37	314.97	95.13	296.93	110.53
Corr. v . . .	197.52	374.98	30.12	348.44	55.22	325.55	77.30	305.88	94.94	289.25	110.17

	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	D. L.
Beob. v . .	282.10	123.32	269.53	135.32	258.85	144.97	249.57	153.03	242.02	160.00	200.06
Corr. v . .	275.45	122.79	263.68	134.48	253.62	144.03	244.85	151.92	237.69	158.72	197.55

Curve N:o 5. $W = 24.675$ Ohm.

	D. L.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Beob. v . .	200.00	386.90	34.80	353.93	62.90	326.88	86.00	304.83	105.17	286.22	121.15
Corr. v . .	197.49	370.87	34.79	341.39	62.86	316.85	85.88	296.61	104.88	279.34	120.65

	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	D. L.
Beob. v . .	271.00	134.83	258.05	145.83	248.10	155.00	239.98	162.17	232.98	168.93	200.02
Corr. v . .	265.09	134.09	252.88	144.87	243.49	153.84	235.78	160.84	229.13	167.43	197.51

Serie I c).

$C = 1.5182$ M. F. $\quad L = \begin{cases} 0.5933 \\ 0.5817 \end{cases}$ Quadr.

	Curve N:o 1. $W = 3.143$ Ohm.										
	D. L.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Beob. v . .	236.19	469.50	20.25	445.17	39.00	430.33	55.00	410.05	70.25	395.30	84.03
Corr. v . .	232.51	439.84	20.25	420.75	38.99	408.17	54.99	390.93	70.24	378.10	83.99
	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	D. L.
Beob. v . .	379.80	97.03	367.95	108.67	355.18	119.52	347.87	129.70	338.82	138.05	236.19
Corr. v . .	364.44	96.93	353.94	108.49	342.49	119.22	335.89	129.25	327.73	137.48	232.51

	Curve N:o 2. $W = 12.506$ Ohm.										
	D. L.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Beob. v . .	200.00	395.18	25.97	369.90	46.92	347.95	65.40	329.98	82.03	310.42	97.00
Corr. v . .	197.94	377.84	25.97	355.57	46.90	335.88	65.40	319.66	82.02	301.87	96.94
	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	D. L.
Beob. v . .	297.08	109.25	284.97	120.35	274.12	130.17	264.97	138.95	256.87	146.07	200.00
Corr. v . .	288.61	109.12	278.43	120.11	268.31	129.80	259.76	138.44	252.17	145.43	197.94

	Curve N:o 3. $W = 24.624$ Ohm.										
	D. L.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Beob. v . .	200.05	389.95	36.02	354.95	64.13	325.88	88.15	302.88	108.02	283.95	124.00
Corr. v . .	197.99	373.26	36.01	342.19	64.12	315.94	88.12	294.97	107.89	277.48	123.71
	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	D. L.
Beob. v . .	268.95	137.27	256.03	148.17	246.03	157.22	237.90	164.98	230.98	170.92	200.04
Corr. v ...	263.49	136.79	251.36	147.49	241.92	156.35	234.22	163.94	227.65	169.74	197.98

Serie I d).

$C = 2.0229$ M. F. $\quad L = \begin{cases} 0.5933 \\ 0.5817 \end{cases}$ Quadr.

Curve N:o 1. $W = 3.174$ Ohm.

	D. L.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Beob. v . .	234.96	472.25	19.02	452.42	35.42	431.92	50.75	414.67	65.03	401.25	78.10
Corr. v . .	231.61	442.16	19.02	426.35	35.42	409.45	50.75	394.73	65.04	383.13	78.12

	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	D. L.
Beob. v . .	389.97	90.25	377.20	101.80	367.83	111.70	355.85	121.08	345.78	130.07	—
Corr. v . .	373.29	90.26	362.07	101.76	353.76	111.60	343.15	120.89	334.03	129.78	—

Curve N:o 2. $W = 6.319$ Ohm.

	D. L.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Beob. v . .	200.22	398.80	20.97	379.43	37.97	359.98	53.55	343.95	68.27	329.93	79.87
Corr. v . .	198.56	381.00	20.97	364.08	37.97	346.83	53.55	332.47	68.28	319.84	79.90

	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	D. L.
Beob. v . .	316.98	90.42	305.98	101.00	294.92	110.87	285.02	119.73	277.02	127.10	200.20
Corr. v . .	308.13	90.45	298.13	101.01	288.00	110.82	278.88	119.63	271.46	126.99	198.54

Curve N:o 3. $W = 12.544$ Ohm.

	D. L.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Beob. v . .	200.20	393.23	25.47	368.33	48.03	346.08	67.05	326.90	84.07	310.38	99.05
Corr. v . .	198.54	376.17	25.47	354.27	48.03	334.39	67.05	317 10	84.11	302.12	99.07

	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	D. L.
Beob. v . .	295.65	111.95	282.97	123.05	272.42	132.87	262.97	141.10	255.00	149.02	200.21
Corr. v . .	288.67	111.90	276.99	122.92	267.16	132.63	258.34	140.76	250.84	148.56	198.55

	Curve N:o 4. $W = 18.597$ Ohm.										
	D. L.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Beob. v . .	199.97	391.03	31.27	359.97	57.83	333.98	80.00	311.98	97.97	293.98	113.82
Corr. v . .	198.31	374.14	31.27	346.72	57.83	323.43	80.03	303.72	98.00	287.08	113.76
	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	D. L.
Beob. v . .	278.88	127.03	265.92	138.18	255.23	148.00	246.28	155.95	238.13	162.90	199.96
Corr. v . .	273.24	126.86	261.03	137.89	251.02	147.58	242.58	155.39	234.86	162.21	198.30

	Curve N:o 5. $W = 24.660$ Ohm.										
	D. L.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Beob. v . .	200.22	386.68	37.12	351.20	67.73	321.78	92.02	298.77	112.13	279.97	128.00
Corr. v . .	198.56	370.43	37.11	338.98	67.73	312.48	92.05	291.55	112.09	274.20	127.82
	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	D. L.
Beob. v . .	264.95	141.08	252.33	152.03	242.72	160.97	234.92	168.10	227.98	174.00	200.21
Corr. v . .	260.20	140.74	248.33	151.53	239.25	160.32	231.83	167.31	225.17	173.08	198.55

	Curve N:o 6. $W = 42.071$ Ohm.										
	D. L.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Beob. v . .	200.18	380.93	52.00	330.93	90.17	295.83	118.98	269.98	139.95	250.92	155.17
Corr. v . .	198.52	365.27	52.00	320.69	90.21	288.79	118.88	264.96	139.63	246.96	154.62
	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	D. L.
Beob. v . .	237.33	167.00	227.25	175.40	220.00	181.97	214.92	186.18	210.72	190.00	200.13
Corr. v . .	234.10	166.23	224.50	174.44	217.58	180.86	212.69	184.95	208.67	188.66	198.47

	Curve N:o 7. $W = 65.098$ Ohm.										
	D. L.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Beob. v . .	200.00	367.92	70.13	305.37	116.00	266.73	145.42	242.68	164.90	227.00	176.97
Corr. v . .	198.34	353.83	70.15	297.47	115.93	261.83	145.03	239.19	164.17	224.27	175.98
	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	D. L.
Beob. v . .	216.95	184.97	210.37	189.97	206.85	193.17	204.03	195.18	202.23	197.00	199.99
Corr. v . .	214.66	183.77	208.35	188.63	204.95	191.74	202.24	193.69	200.50	195.45	198.33

Serie II a).

$C = 2.0229$ M. F. $\qquad L = \begin{cases} 0.1926 \\ 0.1922 \end{cases}$ Quadr.

	Curve N:o 1. $W = 1.751$ Ohm.										
	D. L.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Beob. v . .	200.95	399.98	20.92	377.93	39.10	358.80	56.10	341.82	71.03	326.27	84.15
Corr. v . .	199.25	381.89	20.92	362.61	39.10	345.67	56.10	330.48	71.04	316.45	84.19
	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	D. L.
Beob. v . .	312.42	96.18	300.40	107.03	289.95	116.72	280.85	125.50	271.97	133.00	200.94
Corr. v . .	303.91	96.20	292.95	107.01	283.36	116.64	274.97	125.34	266.70	132.76	199.24

Serie II c).

$C = 2.0229$ M. F. $\quad L = \begin{cases} 1.1854 \\ 1.1655 \end{cases}$ Quadr.

	Curve N:o 1. $W = 6.108$ Ohm.										
	D. L.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Beob. v . .	201.02	401.90	13.72	389.92	26.17	376.92	38.22	364.95	49.00	352.85	59.55
Corr. v . .	199.32	383.56	13.72	373.15	26.17	361.78	38.22	351.15	49.00	340.37	59.55
	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	D. L.
Beob. v . .	342.12	68.92	331.98	77.87	323.02	85.90	314.95	93.18	307.62	99.88	201.02
Corr. v . .	330.60	68.94	321.61	77.90	313.53	85.94	306.19	93.21	299.55	99.89	199.32

Einzelne Curven.

	Curve G. I. N:o 1. Comb. C_1, L_4. $W = 3.146$ Ohm.					5 Acc. $W_n = 4100\ \Omega$. $D = 135.4$ cm.					
	D. L.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Beob. v . .	141.03	265.25	26.10	241.97	46.67	224.17	63.17	209.62	77.05	196.18	88.05
Corr. v . .	141.11	264.32	26.10	241.49	46.67	223.93	63.17	209.54	77.06	196.23	88.07
	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	D. L.
Beob. v . .	185.97	97.10	177.25	105.07	170.92	111.20	165.05	116.08	160.27	120.27	141.02
Corr. v . .	186.03	97.14	177.33	105.12	171.01	111.27	165.13	116.15	160.35	120.35	141.10

	Curve G. III. N:o 11. Comb. C_5, L_1. $W = 1.200$ Ohm.					5 Acc. $W_n = 227\ \Omega$. $D = 134.85$ cm.					
	D. L.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Beob. v . .	150.00	288.03	26.87	262.97	48.82	241.92	66.98	224.83	82.53	210.92	94.88
Corr. v . .	149.17	281.17	26.87	257.78	48.81	237.91	66.96	221.62	82.49	208.32	94.79
	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	D. L.
Beob. v . .	199.78	104.82	189.92	113.72	181.88	119.90	176.08	125.23	171.28	129.35	150.01
Corr. v . .	197.57	104.65	188.05	113.47	180.26	119.58	174.60	124.83	169.96	128.90	149.18

	Curve G. III. N:o 13. Comb. C_5, L_3. $W = 3.400$ Ohm.					10 Acc. $W_n = 147\ \Omega$. $D = 135.0$ cm.					
	D. L.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Beob. v . .	200.89	402.98	17.02	384.55	32.85	368.03	47.02	353.45	60.00	339.92	71.97
Corr. v . .	199.21	384.53	17.02	368.50	32.85	353.93	47.02	340.94	60.00	328.80	71.99
	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	D. L.
Beob. v . .	327.90	82.98	316.05	93.03	305.60	102.00	296.42	110.20	287.83	117.05	200.90
Corr. v . .	317.96	83.01	307.24	93.07	297.64	102.01	289.35	110.17	281.45	116.99	199.22

	Curve G. III. N:o 14. Comb. C_5, L_5. $W = 5.073$ Ohm.					10 Acc. $W_n = 148\ \Omega$. $D = 134.8$ cm.					
	D. L.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Beob. v . .	200.07	400.97	15.03	385.85	28.78	372.00	41.23	358.95	52.93	346.73	64.08
Corr. v . .	198.41	382.73	15.03	369.59	28.78	357.42	41.23	345.82	52.93	334.89	64.09
	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	D. L.
Beob. v . .	334.75	73.98	325.05	83.02	315.53	91.72	306.88	100.00	298.42	107.72	200.08
Corr. v . .	324.12	74.00	315.36	83.06	306.74	91.75	298.87	100.01	291.15	107.69	198.42

Decrementsberechnungen.

Serie I a).

Curve N:o 1.

Tabelle A.

Minima.						Maxima.					
N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.	N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.
0	0		0		0.00						
		29.52		29.24							
2	29.52		29.24		+ 0.28	1	442.40		442.90		− 0.50
		27.77		25.31				22.55		24.50	
4	54.29		54.55		− 0.26	3	419.85		418.40		+ 1.45
		22.62		22.17				24.22		22.36	
6	76.91		76.72		+ 0.19	5	395.63		396.04		− 0.41
		19.04		19.42				19.29		20.05	
8	95.95		96.14		− 0.19	7	376.34		375.99		+ 0.35
		16.87		16.86				17.75		17.86	
10	112.82		113.00		− 0.18	9	358.59		358.13		+ 0.46
		14.91		14.64				16.51		15.65	
12	127.73		127.64		+ 0.09	11	342.08		342.48		− 0.40
		12.85		12.86				12.84		13.56	
14	140.58		140.50		+ 0.08	13	329.24		328.92		− 0.68
		11.13		11.20				12.05		11.71	
16	151.71		151.70		+ 0.01	15	317.19		317.21		− 0.02
		9.67		9.77				10.23		10.25	
18	161.38		161.47		− 0.09	17	306.96		306.96		0.00
		8.96		8.65				8.91		8.93	
20	170.34		170.12		+ 0.22	19	298.05		298.03		+ 0.02

Definitive Ladung: 233.33.

Tabelle B.

N:o	*Q*	*Q* verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 y$	$\Delta_2 y$
0		227.93		5.40		
			1.10		− 209	+ 30
1	229.03	229.03		4.30		
			0.75		142	25
2	229.75	229.78		3.55		
			0.58		110	21
3	230.36	230.36		2.97		
			0.37		70	18
4	230.71	230.73		2.60		
			0.29		55	16
5	231.03	231.02		2.31		
			0.18		34	14
6	231.20	231.20		2.13		
			0.13		24	13
7	231.38	231.33		2.00		
			0.09		17	12
8	231.45	231.42		1.91		
			0.07		13	12
9	231.49	231.49		1.84		
			0.06		11	11

N:o	φ	φ verb.	Diff.	$\Delta\varphi$	$\Delta_1\gamma$	$\Delta_2\gamma$
9	231.49	231.49	0.06	1.84	11	11
10	231.52	231.55	0.06	1.78	11	11
11	231.52	231.61	0.05	1.72	9	11
12	231.56	231.66	0.05	1.67	9	11
13	231.60	231.71	0.05	1.62	9	10
14	231.69	231.76	0.04	1.57	8	10
15	231.74	231.80	0.04	1.53	8	10
16	231.81	231.84	0.05	1.49	9	9
17	231.85	231.89	0.04	1.44	8	9
18	231.91	231.93	0.03	1.40	6	9
19	231.98	231.96	0.03	1.37	6	9
20	—	231.99		1.34		

Tabelle C.

	$\pm(M_n - M_{n-1})$	Log $\pm(M_n - M_{n-1})$	Diff.	Mittel	Reduction	Multipel von γ	γ
$M_1 - M_0$	442.90	2.64631					
			0.53941				
$M_{19} - M_{20}$	127.91	2.10690		0.51037	− 321	0.50716	0.02818
$M_1 - M_2$	413.66	2.61665	0.48133				
$M_{19} - M_{18}$	136.56	2.13532		0.45432	− 207	0.45225	0.02827
$M_3 - M_2$	389.16	2.59013	0.42730				
$M_{17} - M_{18}$	145.49	2.16283		0.39858	− 119	0.39739	0.02838
$M_3 - M_4$	363.85	2.56092	0.36986				
$M_{17} - M_{16}$	155.26	2.19106		0.34221	− 67	0.34154	0.02846
$M_5 - M_4$	341.49	2.53338	0.31455				
$M_{15} - M_{16}$	165.51	2.21883		0.28576	− 30	0.28546	0.02855
$M_5 - M_6$	319.32	2.50423	0.25697				
$M_{15} - M_{14}$	176.71	2.24726		0.22896	− 12	0.22884	0.02860
$M_7 - M_6$	299.27	2.47607	0.20094				
$M_{13} - M_{14}$	188.42	2.27513		0.17204	− 2	0.17202	0.02867
$M_7 - M_8$	279.85	2.44693	0.14313				
$M_{13} - M_{12}$	201.28	2.30380		0.11465	+ 1	0.11466	0.02867
$M_9 - M_8$	261.99	2.41828	0.08617				
$M_{11} - M_{12}$	214.84	2.33211		0.05741	0	0.05741	0.02871
$M_9 - M_{10}$	245.13	2.38939	0.02865				
$M_{11} - M_{10}$	229.48	2.36074					

Definitives Decrement: $\gamma = 0.02841 \pm 4.0$.

N:o 3.

Curve N:o 2.

Tabelle A.

Minima.						Maxima.					
N:o	M beob.	Diff.	M verb.	Diff.	M beob. − M verb.	N:o	M beob.	Diff.	M verb.	Diff.	M beob. − M verb.
0	0		0		0						
		29.18		29.12				26.41		26.31	
2	29.18		29.12		+0.06	1	375.03		375.05		−0.02
		24.78		24.84				21.52		21.94	
4	53.96		53.96		0.00	3	348.62		348.74		−0.12
		21.02		21.04				19.38		18.86	
6	74.98		75.00		−0.02	5	327.10		326.80		+0.30
		17.74		17.72				15.68		16.17	
8	92.72		92.72		0.00	7	307.72		307.94		−0.22
		15.05		15.06				14.08		13.75	
10	107.77		107.78		−0.01	9	292.04		291.77		+0.27
		12.99		12.98				11.56		11.68	
12	120.76		120.76		0.00	11	277.96		278.02		−0.06
		11.46		11.24				10.45		10.34	
14	132.22		132.00		+0.22	13	266.40		266.34		+0.06
		9.20		9.61				8.82		8.98	
16	141.42		141.61		−0.19	15	255.95		256.00		−0.05
		8.45		8.26				8.02		7.87	
18	149.87		149.87		0.00	17	247.13		247.02		+0.11
		6.93		6.93							
20	156.80		156.80		0.00	19	239.11		239.15		−0.04

Definitive Ladung: 197.79.

Tabelle B.

N:o	Q	Q verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 y$	$\Delta_2 y$
0	—	194.64		3.15		
			0.37		− 83	+ 25
1	195.10	195.01		2.78		
			0.28		62	23
2	195.25	195.29		2.50		
			0.21		45	21
3	195.40	195.50		2.29		
			0.18		40	19
4	195.65	195.68		2.11		
			0.15		33	18
5	195.85	195.83		1.96		
			0.13		29	16
6	196.00	195.96		1.83		
			0.09		20	15
7	196.08	196.05		1.74		
			0.08		18	15
8	196.13	196.13		1.66		
			0.07		15	14
9	196.16	196.20		1.59		
			0.06		13	13
10	196.20	196.26		1.53		
			0.05		11	13

N:o	Q	Q verb.	Diff.	$\triangle Q$	$\triangle_1 \gamma$	$\triangle_2 \gamma$
10	196.20	196.26		1.53		
			0.05		11	13
11	196.27	196.31		1.48		
			0.05		11	13
12	196.36	196.36		1.43		
			0.04		9	12
13	196.47	196.40		1.39		
			0.03		7	12
14	196.48	196.43		1.36		
			0.02		4	12
15	196.50	196.45		1.34		
			0.03		7	11
16	196.47	196.48		1.31		
			0.02		4	11
17	196.46	196.50		1.29		
			0.01		2	11
18	196.40	196.51		1.28		
			0.01		2	11
19	196.31	196.52		1.27		
			0.01		2	11
20	—	196.53		1.26		

Tabelle C.

	$\pm(M_n - M_{n-1})$	Log $\pm(M_n - M_{n-1})$	Diff.	Mittel	Reduction	Multipel von γ	γ
$M_1 - M_0$	375.06	2.57410					
			0.65844				
$M_{19} - M_{20}$	82.35	1.91566		0.62334	− 72	0.62262	0.03459
$M_1 - M_2$	345.93	2.53899					
			0.58824				
$M_{19} - M_{18}$	89.28	1.95075		0.55272	− 42	0.55230	0.03452
$M_3 - M_2$	319.62	2.50464					
			0.51720				
$M_{17} - M_{18}$	97.15	1.98744		0.48191	− 27	0.48164	0.03440
$M_3 - M_4$	294.78	2.46950					
			0.44662				
$M_{17} - M_{16}$	105.41	2.02288		0.41207	− 13	0.41194	0.03433
$M_5 - M_4$	272.84	2.43590					
			0.37751				
$M_{15} - M_{16}$	114.39	2.05839		0.34258	− 2	0.34256	0.03426
$M_5 - M_6$	251.80	2.40106					
			0.30764				
$M_{15} - M_{14}$	124.00	2.09342		0.27334	+ 3	0.27337	0.03417
$M_7 - M_6$	232.94	2.36725					
			0.23904				
$M_{13} - M_{14}$	134.34	2.12821		0.20441	+ 3	0.20444	0.03407
$M_7 - M_8$	215.22	2.33288					
			0.16978				
$M_{13} - M_{12}$	145.58	2.16310		0.13606	+ 3	0.13609	0.03402
$M_9 - M_8$	199.05	2.29896					
			0.10234				
$M_{11} - M_{12}$	157.26	2.19662		0.06804	+ 2	0.06806	0.03403
$M_9 - M_{10}$	183.99	2.26480					
			0.03374				
$M_{11} - M_{10}$	170.24	2.23106					

Definitives Decrement: $\gamma = 0.03437 \pm 4.3$.

N:o 3.

Curve N:o 3.

Tabelle A.

Minima.						Maxima.					
N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.	N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.
0	0		0		0						
		35.24		35.20				31.48		31.13	
2	35.24		35.20		+0.04	1	372.19		372.20		−0.01
		28.71		28.75				24.56		25.27	
4	63.95		63.95		0.00	3	340.71		341.07		−0.36
		23.80		23.63				21.51		20.90	
6	87.75		87.58		+0.17	5	316.15		315.80		+0.35
		18.96		19.22				16.71		17.32	
8	106.71		106.80		−0.09	7	294.64		294.90		−0.26
		15.73		15.76				14.92		14.48	
10	122.44		122.56		−0.12	9	277.93		277.58		+0.35
		13.40		13.24				12.59		11.81	
12	135.84		135.80		+0.04	11	263.01		263.10		−0.09
		11.20		11.03				8.39		9.49	
14	147.04		146.83		+0.21	13	250.42		251.29		−0.85
		8.84		9.16				7.88		7.78	
16	155.88		155.99		−0.11	15	242.03		241.80		+0.23
		7.78		7.55				6.41		6.32	
18	163.66		163.54		+0.12	17	234.15		234.02		+0.13
		5.89		6.01							
20	169.55		169.55		0.00	19	227.74		227.70		+0.04

Definitive Ladung: 197.93.

Tabelle B.

N:o	*Q*	*Q* verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 y$	$\Delta_2 y$
0	—	195.03		2.90		
			0.30		−67	+29
1	195.34	195.33		2.60		
			0.23		51	27
2	195.54	195.56		2.37		
			0.18		40	25
3	195.68	195.74		2.19		
			0.16		35	23
4	195.89	195.90		2.03		
			0.14		31	21
5	196.08	196.04		1.89		
			0.12		27	20
6	196.21	196.16		1.77		
			0.11		24	18
7	196.28	196.27		1.66		
			0.10		22	17
8	196.31	196.37		1.56		
			0.09		20	16
9	196.32	196.46		1.47		
			0.09		20	15
10	196.27	196.55		1.38		
			0.08		18	15

N:o	ϱ	ϱ verb.	Diff.	$\triangle\varrho$	$\triangle_1\gamma$	$\triangle_2\gamma$
10	196.27	196.55	0.08	1.38	18	15
11	196.31	196.63	0.08	1.30	18	14
12	196.36	196.71	0.08	1.22	18	13
13	196.54	196.79	0.08	1.14	18	12
14	196.57	196.87	0.07	1.06	15	11
15	196.72	196.94	0.06	0.99	13	10
16	196.86	197.00	0.06	0.93	13	10
17	196.99	197.06	0.06	0.87	13	9
18	197.13	197.12	0.06	0.81	13	8
19	197.20	197.18	0.06	0.75	13	7
20	—	197.24		0.69		

Tabelle C.

	$\pm(M_n - M_{n-1})$	Log $\pm(M_n - M_{n-1})$	Diff.	Mittel	Reduction	Multipel von γ	γ
$M_1 - M_0$	372.20	2.57078	0.80623				
$M_{19} - M_{20}$	58.15	1.76455		0.76330	— 125	0.76205	0.04234
$M_1 - M_2$	337.00	2.52763	0.72037				
$M_{19} - M_{18}$	64.16	1.80726		0.67892	— 96	0.67796	0.04225
$M_3 - M_2$	305.87	2.48554	0.63747				
$M_{17} - M_{18}$	70.48	1.84807		0.59394	— 77	0.59317	0.04237
$M_3 - M_4$	277.12	2.44267	0.55041				
$M_{17} - M_{16}$	78.03	1.89226		0.50901	— 62	0.50839	0.04237
$M_5 - M_4$	251.85	2.40115	0.46761				
$M_{15} - M_{16}$	85.81	1.93354		0.42419	— 49	0.42370	0.04237
$M_5 - M_6$	228.22	2.35836	0.38077				
$M_{15} - M_{14}$	94.97	1.97759		0.33923	— 38	0.33885	0.04236
$M_7 - M_6$	207.32	2.31664	0.29769				
$M_{13} - M_{14}$	104.46	2.01895		0.25477	— 26	0.25451	0.04242
$M_7 - M_8$	188.10	2.27439	0.21185				
$M_{13} - M_{12}$	115.49	2.06254		0.16973	— 16	0.16957	0.04239
$M_9 - M_8$	170.78	2.23254	0.12761				
$M_{11} - M_{12}$	127.30	2.10483		0.08510	— 8	0.08502	0.04251
$M_9 - M_{10}$	155.02	2.19039	0.04259				
$M_{11} - M_{10}$	140.54	2.14780					

Definitives Decrement: $\gamma = 0.04237 \pm 1.5$

N:o 3.

Serie Ib).

Curve N:o 1.

Siehe die Tabellen A, B und C im Text.

Curve N:o 2.

Tabelle A.

Minima.						Maxima.					
N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.	N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.
0	0		0		0						
		21.97		21.96							
2	21.97		21.96		+0.01	1	378.10		378.17		−0.07
		19.02		19.47				19.65		19.91	
4	40.99		41.43		−0.44	3	358.45		358.26		+0.19
		18.00		17.51				18.06		17.89	
6	58.99		58.94		+0.05	5	340.39		340.37		+0.02
		15.98		15.70				16.20		15.97	
8	74.97		74.64		+0.33	7	324.19		324.40		−0.21
		13.91		14.08				13.72		14.11	
10	88.88		88.72		+0.16	9	310.47		310.29		+0.18
		11.96		12.51				12.90		12.89	
12	100.84		101.23		−0.39	11	297.57		297.40		+0.17
		11.81		11.18				11.88		11.87	
14	112.65		112.41		+0.24	13	285.69		285.53		+0.16
		9.80		9.91				11.28		10.77	
16	120.45		122.32		−1.87	15	274.41		274.76		−0.35
		8.75		8.66				9.34		9.54	
18	131.20		130.98		+0.22	17	265.07		265.22		−0.15
		7.94		7.32				7.91		8.21	
20	138.14		138.30		−0.16	19	257.16		257.01		+0.15

Definitive Ladung: 197.54

Tabelle B.

N:o	*Q*	*Q* verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 Y$	$\Delta_2 Y$
0	—	194.43		3.11		
			0.31		−69	+21
1	194.74	194.74		2.80		
			0.23		51	18
2	194.95	194.97		2.57		
			0.20		44	16
3	195.12	195.17		2.37		
			0.18		40	15
4	195.24	195.35		2.19		
			0.15		33	14
5	195.41	195.50		2.04		
			0.12		27	13
6	195.55	195.62		1.92		
			0.11		24	13
7	195.71	195.73		1.81		
			0.10		22	12
8	195.89	195.83		1.71		
			0.10		22	11
9	196.09	195.93		1.61		
			0.09		20	10

N:o	Q	Q verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 \gamma$	$\Delta_2 \gamma$
9	196.09	195.93		1.61		
			0.09		20	10
10	196.19	196.02		1.52		
			0.08		18	10
11	196.26	196.10		1.44		
			0.06		13	9
12	196.26	196.16		1.38		
			0.06		13	9
13	196.26	196.22		1.32		
			0.05		11	9
14	196.19	196.27		1.27		
			0.03		7	8
15	196.14	196.30		1.24		
			0.02		4	8
16	196.08	196.32		1.22		
			0.01		2	8
17	196.00	196.33		1.21		
			0.00		0	8
18	195.98	196.33		1.21		
			0.00		0	8
19	195.88	196.33		1.21		
			0.00		0	8
20	—	196.33		1.21		

Tabelle C.

	$\pm(M_n - M_{n-1})$	Log $\pm(M_n - M_{n-1})$	Diff.	Mittel.	Reduction	Multipel von γ.	γ
$M_1 - M_0$	378.17	2.57769					
			0.50320				
$M_{19} - M_{20}$	118.71	2.07449					
				0.47721	− 152	0.47569	0.02643
$M_1 - M_2$	356.21	2.55170					
			0.45122				
$M_{19} - M_{18}$	126.03	2.10048					
				0.42504	− 127	0.42377	0.02649
$M_3 - M_2$	336.30	2.52673					
			0.39885				
$M_{17} - M_{18}$	134.24	2.12788					
				0.37233	− 107	0.37126	0.02652
$M_3 - M_4$	316.83	2.50083					
			0.34580				
$M_{17} - M_{16}$	142.90	2.15503					
				0.31915	− 88	0.31827	0.02652
$M_5 - M_4$	298.94	2.47559					
			0.29249				
$M_{15} - M_{16}$	152.44	2.18310					
				0.26570	− 73	0.26497	0.02650
$M_5 - M_6$	281.43	2.44937					
			0.23891				
$M_{15} - M_{14}$	162.35	2.21046					
				0.21228	− 60	0.21168	0.02646
$M_7 - M_6$	265.46	2.42400					
			0.18565				
$M_{13} - M_{14}$	173.12	2.23835					
				0.15882	− 47	0.15835	0.02639
$M_7 - M_8$	249.76	2.39752					
			0.13199				
$M_{13} - M_{12}$	184.30	2.26553					
				0.10582	− 33	0.10549	0.02637
$M_9 - M_8$	235.65	2.37227					
			0.07964				
$M_{11} - M_{12}$	196.17	2.29263					
				0.05284	− 18	0.05266	0.02633
$M_9 - M_{10}$	221.57	2.34551					
			0.02603				
$M_{11} - M_{10}$	208.68	2.31948					

Definitives Decrement: $\gamma = 0.02647 \pm 1.2$.

Curve N:o 3.

Tabelle A.

Minima.						Maxima.					
N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.	N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.
0	0		0		0						
		26.02		26.06		1	377.00		377.00		0.00
2	26.02		26.06		− 0.04			24.22		23.72	
		22.79		22.54		3	352.78		353.28		− 0.51
4	48.81		48.60		+ 0.21			19.80		20.45	
		19.17		19.59		5	332.98		332.83		+ 0.15
6	67.98		68.19		− 0.21			18.01		17.84	
		16.92		17.18		7	314.99		314.99		0.00
8	84.90		85.37		− 0.47			15.46		15.34	
		15.93		14.77		9	299.53		299.65		− 0.12
10	100.83		100.14		+ 0.69			13.01		13.21	
		11.85		12.54		11	286.52		286.44		+ 0.08
12	112.68		112.68		0.00			11.52		11.51	
		10.73		10.80		13	275.00		274.93		+ 0.07
14	123.41		123.48		− 0.07			10.16		9.90	
		9.83		9.67		15	264.84		265.03		− 0.19
16	133.24		133.15		+ 0.09			8.40		8.59	
		8.03		8.39		17	256.44		256.44		0.00
18	141.27		141.54		− 0.27			8.07		8.07	
		7.66		7.39							
20	148.93		148.93		0.00	19	248.37		248.37		0.00

Definitive Ladung: 197.69.

Tabelle B.

N:o	ϱ	ϱ verb.	Diff.	$\Delta\varrho$	$\Delta_1\gamma$	$\Delta_2\gamma$
0	—	195.02		2.67		
			0.19		− 42	+ 19
1	195.25	195.21		2.48		
			0.17		38	18
2	195.40	195.38		2.31		
			0.15		33	17
3	195.51	195.53		2.16		
			0.15		33	16
4	195.65	195.68		2.01		
			0.14		31	15
5	195.79	195.82		1.87		
			0.13		29	14
6	195.90	195.95		1.74		
			0.13		29	13
7	196.05	196.08		1.61		
			0.12		27	12
8	196.21	196.20		1.49		
			0.11		24	11
9	196.34	196.31		1.38		
			0.10		22	10
10	196.48	196.41		1.28		
			0.09		20	9

No.	φ	φ verb.	Diff.	$\Delta\varphi$	$\Delta^2\gamma$	$\Delta^3\gamma$
10	196.48	196.41		1.28		
			0.09		20	9
11	196.53	196.50		1.19		
			0.09		20	9
12	196.58	196.59		1.10		
			0.08		18	8
13	196.60	196.67		1.02		
			0.08		18	8
14	196.65	196.75		0.94		
			0.07		16	7
15	196.76	196.82		0.87		
			0.05		11	6
16	196.87	196.87		0.82		
			0.05		11	6
17	196.97	196.92		0.77		
			0.04		9	6
18	196.90	196.96		0.73		
			0.04		9	5
19	196.87	197.00		0.69		
			0.03		7	5
20	—	197.03		0.66		

Tabelle C.

	$\pm(M_n - M_{n-1})$	Log $\pm(M_n - M_{n-1})$	Diff.	Mittel.	Reduction	Multipel von γ	γ
$M_1 - M_0$	377.00	2.57634					
			0.57878				
$M_{19} - M_{20}$	99.44	1.99756					
				0.54766	− 208	0.54558	0.03031
$M_1 - M_2$	350.94	2.54523					
			0.51654				
$M_{19} - M_{18}$	106.83	2.02869					
				0.48553	− 184	0.48369	0.03023
$M_3 - M_2$	327.22	2.51484					
			0.45452				
$M_{17} - M_{18}$	114.90	2.06032					
				0.42372	− 165	0.42207	0.03015
$M_3 - M_4$	304.68	2.48384					
			0.39291				
$M_{17} - M_{16}$	123.29	2.09093					
				0.36320	− 143	0.36177	0.03015
$M_5 - M_4$	284.23	2.45367					
			0.33349				
$M_{15} - M_{16}$	131.88	2.12018					
				0.30261	− 122	0.30139	0.03014
$M_5 - M_6$	264.64	2.42265					
			0.27174				
$M_{15} - M_{14}$	141.55	2.15091					
				0.24191	− 98	0.24093	0.03012
$M_7 - M_6$	246.80	2.39235					
			0.21202				
$M_{13} - M_{14}$	151.45	2.18027					
				0.18145	− 72	0.18073	0.03012
$M_7 - M_8$	229.62	2.36103					
			0.15082				
$M_{13} - M_{12}$	162.25	2.21019					
				0.12093	− 47	0.12046	0.03012
$M_9 - M_8$	214.28	2.33098					
			0.09103				
$M_{11} - M_{12}$	173.76	2.23995					
				0.06039	− 23	0.06016	0.03008
$M_9 - M_{10}$	199.51	2.29996					
			0.02975				
$M_{11} - M_{10}$	186.30	2.27021					

Definitives Decrement: $\gamma = 0.03019 \pm 1.7$.

N:o 3.

Curve N:o 4.

Tabelle A.

Minima.						Maxima.					
N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.	N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.
0	0		0		0						
		30.12		30.12				26.54	375.00	26.56	− 0.02
2	30.12		30.18		− 0.06	1	374.98				
		25.10		25.32				22.89	348.44	22.88	0.00
4	55.22		55.50		− 0.28	3	348.44				
		22.08		21.60				19.67	325.56	19.65	− 0.01
6	77.30		77.10		+ 0.20	5	325.55				
		17.64		17.99				16.63	305.91	16.61	− 0.03
8	94.94		95.09		− 0.15	7	305.88				
		15.23		15.08				13.80	289.30	13.86	− 0.05
10	110.17		110.17		0.00	9	289.25				
		12.62		12.51				11.77	275.44	11.76	+ 0.01
12	122.79		122.68		+ 0.11	11	275.45				
		11.69		11.81				10.06	263.68	10.08	0.00
14	134.48		134.49		− 0.01	13	263.68				
		9.55		9.49				8.77	253.60	8.73	+ 0.02
16	144.03		143.98		+ 0.05	15	253.62				
		7.89		8.11				7.16	244.87	7.18	− 0.02
18	151.92		152.09		− 0.17	17	244.85				
		6.80		6.63					237.69		0.00
20	158.72		158.72		0.00	19	237.69				

Definitive Ladung: 197.54.

Tabelle B.

N:o	*Q*	*Q* verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 y$	$\Delta_2 y$
0	—	195.00		2.54		
			0.38		− 84	+ 20
1	195.36	195.38		2.16		
			0.27		60	18
2	195.69	195.65		1.89		
			0.18		40	16
3	195.90	195.83		1.71		
			0.14		31	15
4	196.02	195.97		1.57		
			0.08		18	14
5	196.15	196.05		1.49		
			0.07		15	13
6	196.21	196.12		1.42		
			0.06		13	12
7	196.19	196.18		1.36		
			0.06		13	12
8	196.18	196.24		1.30		
			0.05		11	11
9	196.12	196.29		1.25		
			0.05		11	11
10	196.13	196.34		1.20		
			0.05		11	10

N:o	ϱ	ϱ verb.	Diff.	$\Delta\varrho$	$\Delta_{1,2}\gamma$	$\Delta_{2,3}\gamma$
10	196.13	196.34		1.20		
			0.05		11	10
11	196.05	196.39		1.15		
			0.04		9	10
12	196.00	196.43		1.11		
			0.04		9	10
13	196 26	196.47		1.07		
			0.04		9	9
14	196.46	196.51		1.03		
			0.03		7	9
15	196.52	196.54		1.00		
			0.03		7	9
16	196.52	196.57		0.97		
			0.03		7	8
17	196.54	196.60		0.94		
			0.02		4	8
18	196.61	196.62		0.92		
			0.01		2	8
19	196.61	196.63		0.91		
			0.01		2	8
20	—	196.64		0.90		

Tabelle C.

	$\pm(M_n - M_{n-1})$	Log $\pm(M_n - M_{n-1})$	Diff.	Mittel.	Reduction	Multipel von γ	γ
$M_1 - M_0$	357.00	2.57403					
			0.67657				
$M_{19} - M_{20}$	78.97	1.89746		0.64085	− 74	0.64011	0.03556
$M_1 - M_2$	344.82	2.53759					
			0.60512				
$M_{19} - M_{18}$	85.60	1.93247		0.57023	− 38	0.56985	0.03562
$M_3 - M_2$	318.26	2.50278					
			0.53533				
$M_{17} - M_{18}$	92.78	1.96745		0.49913	− 18	0.49895	0.03564
$M_3 - M_4$	292.94	2.46678					
			0.46293				
$M_{17} - M_{16}$	100.89	2.00385		0.42725	− 3	0.42722	0.03560
$M_5 - M_4$	270.06	2.43146					
			0.39157				
$M_{15} - M_{16}$	109.62	2.03989		0.35544	− 1	0.45543	0.03554
$M_5 - M_6$	248.46	2.39526					
			0.31931				
$M_{15} - M_{14}$	119.11	2.07595		0.28378	− 1	0.28377	0.03547
$M_7 - M_6$	228.81	2.35948					
			0.24825				
$M_{13} - M_{14}$	129.19	2.11123		0.21147	0	0.21147	0.03524
$M_7 - M_8$	210.82	2.32391					
			0.17469				
$M_{13} - M_{12}$	141.00	2.14922		0.13948	0	0.13948	0.03487
$M_9 - M_8$	194.21	2.28827					
			0.10426				
$M_{11} - M_{12}$	152.76	2.18401		0.06962	− 1	0.06962	0.03481
$M_9 - M_{10}$	179.13	2.25317					
			0.03498				
$M_{11} - M_{10}$	165.27	2.21819					

Definitives Decrement: $\gamma = 0.03551 \pm 4.8$.

N:o 3.

Curve N:o 5.

Tabelle A.

Minima.						Maxima.					
N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.	N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.
0	0		0		0						
		34.79		34.87							
2	34.79		34.87		−0.08	1	370.87		370.87		0.00
		28.07		27.96				29.48		29.48	
4	62.86		62.83		+0.03	3	341.39		341.39		0.00
		23.02		23.09				24.54		24.49	
6	85.88		85.92		−0.04	5	316.85		316.90		−0.05
		19.00		18.97				20.24		20.32	
8	104.88		104.89		−0.01	7	296.61		296.58		+0.03
		15.77		15.86				17.27		17.11	
10	120.65		120.75		−0.10	9	279.34		279.47		−0.13
		13.44		13.23				14.25		14.31	
12	134.09		133.98		+0.11	11	265.09		265.16		−0.07
		10.78		10.86				12.21		11.97	
14	144.87		144.84		+0.03	13	252.88		253.19		−0.31
		8.97		8.81				9.39		9.71	
16	153.84		153.65		+0.19	15	243.49		243.48		+0.01
		7.00		7.28				7.71		7.71	
18	160.84		160.93		−0.09	17	235.78		235.77		+0.01
		6.59		6.50				6.65		6.64	
20	167.43		167.43		0.00	19	229.13		229.13		0.00

Definitive Ladung: 197.50.

Tabelle B.

N:o	*Q*	*Q* verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 y$	$\Delta_2 y$
0	—	193.74		3.76		
			0.86		− 192	+ 35
1	194.58	194.60		2.90		
			0.51		114	29
2	195.16	195.11		2.39		
			0.35		78	24
3	195.45	195.46		2.04		
			0.25		55	20
4	195.70	195.71		1.79		
			0.20		44	18
5	195.91	195.91		1.59		
			0.15		33	16
6	196.10	196.06		1.44		
			0.10		22	15
7	196.17	196.16		1.34		
			0.08		18	14
8	196.26	196.24		1.26		
			0.06		13	13
9	196.33	196.30		1.20		
			0.05		11	12
10	196.36	196.35		1.15		
			0.05		11	12

No.	ϱ	ϱ verb.	Diff.	$\Delta\varrho$	$\Delta_1\gamma$	$\Delta_2\gamma$
10	196.36	196.35	0.05	1.15	11	12
11	196.42	196.40	0.05	1.10	11	11
12	196.44	196.45	0.05	1.05	11	11
13	196.43	196.50	0.04	1.00	9	10
14	196.47	196.54	0.04	0.96	9	10
15	196.47	196.58	0.03	0.92	7	9
16	196.55	196.61	0.03	0.89	7	9
17	196.61	196.64	0.03	0.86	7	9
18	196.61	196.67	0.02	0.83	4	8
19	196.74	196.69	0.01	0.81	2	8
20	—	196.70		0.80		

Tabelle C.

	$\pm(M_n - M_{n-1})$	Log $\pm(M_n - M_{n-1})$	Diff.	Mittel.	Reduction	Multipel von γ	γ
$M_1 - M_0$	370.87	2.56922					
			0.77893				
$M_{19} - M_{20}$	61.70	1.79029		0.73575	− 214	0.73361	0.04076
$M_1 - M_2$	336.00	2.52634					
			0.69256				
$M_{19} - M_{18}$	68.20	1.83378		0.65245	− 133	0.65112	0.04070
$M_3 - M_2$	306.52	2.48646					
			0.61233				
$M_{17} - M_{18}$	74.84	1.87413		0.57140	− 81	0.57059	0.04076
$M_3 - M_4$	278.56	2.44492					
			0.53047				
$M_{17} - M_{16}$	82.12	1.91445		0.49100	− 48	0.49052	0.04088
$M_5 - M_4$	254.07	2.40495					
			0.45153				
$M_{15} - M_{16}$	89.83	1.95342		0.41053	− 24	0.41029	0.04103
$M_5 - M_6$	230.98	2.36357					
			0.36952				
$M_{15} - M_{14}$	98.64	1.99405		0.32914	− 18	0.32906	0.04113
$M_7 - M_6$	210.66	2.32358					
			0.28875				
$M_{13} - M_{14}$	108.35	2.03483		0.24752	− 12	0.24750	0.04125
$M_7 - M_8$	191.69	2.28260					
			0.20628				
$M_{13} - M_{12}$	119.21	2.07632		0.16521	+ 2	0.16523	0.04131
$M_9 - M_8$	174.58	2.24199					
			0.12413				
$M_{11} - M_{12}$	131.18	2.11786		0.08258	+ 2	0.08260	0.04130
$M_9 - M_{10}$	158.72	2.20063					
			0.04103				
$M_{11} - M_{10}$	144.41	2.15960					

Definitives Decrement: $\gamma = 0.04089 \pm 4.7$.

No 3.

Serie I c).

Curve N:o 1.

Tabelle A.

Minima.						Maxima.					
N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.	N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.
0	0		0		0						
		20.25		20.30							
2	20.25		20.30		− 0.05	1	439.84		438.86		+ 0.98
		18.74		18.40				19.09		16.50	
4	38.99		38.70		+ 0.29	3	420.75		422.36		− 1.61
		16.00		16.49				12.58		15.83	
6	54.99		55.19		− 0.20	5	408.17		406.53		+ 1.64
		15.25		15.05				17.24		14.96	
8	70.24		70.24		0.00	7	390.93		391.57		− 0.64
		13.75		14.01				12.83		13.94	
10	83.99		84.25		− 0.26	9	378.10		377.63		+ 0.47
		12.94		12.52				13.66		12.73	
12	96.93		96.77		+ 0.16	11	364.44		364.90		− 0.46
		11.56		11.78				10.50		11.41	
14	108.49		108.55		− 0.06	13	353.94		353.49		+ 0.45
		10.73		10.81				11.45		10.04	
16	119.22		119.36		− 0.14	15	342.49		343.45		+ 0.04
		10.03		9.77				6.60		8.58	
18	129.25		129.13		+ 0.12	17	335.89		334.87		+ 0.02
		8.23		8.47				8.16		7.14	
20	137.48		137.60		− 0.12	19	327.73		327.73		0.00

Definitive Ladung: 232.51.

Tabelle B.

N:o	*Q*	*Q* verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 y$	$\Delta_2 y$
0	—	223.76		8.75		
			0.90		− 174	+ 35
1	224.63	224.66		7.85		
			0.70		135	32
2	225.37	225.36		7.15		
			0.54		104	29
3	226.04	225.90		6.61		
			0.41		79	27
4	226.48	226.31		6.20		
			0.38		73	25
5	226.92	226.69		5.82		
			0.34		65	24
6	227.03	227.03		5.48		
			0.33		63	22
7	227.23	227.36		5.15		
			0.30		57	21
8	227.34	227.66		4.85		
			0.27		52	20
9	227.52	227.93		4.58		
			0.26		50	19
10	227.69	228.19		4.32		
			0.25		48	18

No.	φ	φ verb.	Diff.	$\Delta\varphi$	$\Delta_{17}\varphi$	$\Delta_{27}\varphi$
10	227.69	228.19	0.25	4.32	48	18
11	227.78	228.44	0.24	4.07	46	17
12	227.92	228.68	0.22	3.83	42	16
13	228.15	228.90	0.20	3.61	38	15
14	228.46	229.10	0.18	3.41	34	14
15	228.77	229.28	0.18	3.23	34	13
16	229.22	229.46	0.16	3.05	31	12
17	229.62	229.62	0.15	2.89	29	12
18	230.18	229.77	0.15	2.74	29	11
19	230.59	229.92	0.14	2.59	27	10
20		230.06		2.45		

Tabelle C.

	$\pm(M_n - M_{n-1})$	Log $\pm(M_n - M_{n-1})$	Diff.	Mittel	Reduction	Multipel von γ	γ
$M_1 - M_0$	438.86	2.64233					
			0.36328				
$M_{19} - M_{20}$	190.13	2.27905		0.34353	− 662	0.33691	0.01872
$M_1 - M_2$	418.56	2.62176					
			0.32378				
$M_{19} - M_{18}$	198.60	2.29798		0.30738	− 541	0.30197	0.01887
$M_3 - M_2$	402.06	2.60429					
			0.29097				
$M_{17} - M_{18}$	205.74	2.31332		0.27073	− 449	0.26624	0.01902
$M_3 - M_4$	383.66	2.58395					
			0.25048				
$M_{17} - M_{16}$	215.51	2.33347		0.23286	− 378	0.22908	0.01909
$M_5 - M_4$	367.83	2.56565					
			0.21523				
$M_{15} - M_{16}$	224.09	2.35042		0.19504	− 309	0.19195	0.01920
$M_5 - M_6$	351.34	2.54573					
			0.17485				
$M_{15} - M_{14}$	234.90	2.37088		0.15631	− 248	0.15383	0.01923
$M_7 - M_6$	336.38	2.52685					
			0.13777				
$M_{13} - M_{14}$	244.94	2.38908		0.11763	− 184	0.11579	0.01930
$M_7 - M_8$	321.33	2.50695					
			0.09749				
$M_{13} - M_{12}$	256.72	2.40946		0.07842	− 122	0.07720	0.01930
$M_7 - M_{10}$	307.39	2.48769					
			0.05934				
$M_{11} - M_{12}$	268.13	2.42835		0.03930	− 61	0.03869	0.01935
$M_9 - M_{10}$	293.38	2.46743					
			0.01926				
$M_{11} - M_{10}$	280.65	2.44817					

Definitives Decrement: $\gamma = 0.01902 \pm 4.8$.

Curve N:o 2.

Tabelle A.

Minima.						Maxima.					
N:o	M beob.	Diff.	M verb.	Diff.	M beob. − M verb.	N:o	M beob.	Diff.	M verb.	Diff.	M beob. − M verb.
0	0		0		0						
		25.97		25.97		1	377.84		377.77		0.07
2	25.97	20.93	25.97	21.09	0.00			22.27		22.03	
					− 0.16	3	355.57		355.74		− 0.17
4	46.90	18.50	47.06	18.54				19.69		19.86	
					− 0.20	5	335.88		335.88		0.00
6	65.40	16.62	65.60	16.49				16.22		17.89	
					− 0.07	7	319.66		317.99		− 0.33
8	82.02	14.92	82.09	14.56				17.79		15.87	
					+ 0.29	9	301.87		302.12		− 0.25
10	96.94	12.18	96.65	12.65				13.26		13.40	
					− 0.18	11	288.61		288.72		− 0.11
12	109.12	10.99	109.30	11.00				10.18		11.02	
					− 0.19	13	278.43		277.71		+ 0.72
14	120.11	9.69	120.30	9.60				10.12		9.34	
					− 0.10	15	268.31		268.37		− 0.06
16	129.80	8.64	129.90	8.43				8.55		8.52	
					+ 0.11	17	259.76		259.85		− 0.09
18	138.44	6.99	138.33	7.08				7.59		7.70	
					− 0.02	19	252.17		252.15		+ 0.02
20	145.43		145.45								

Definitive Ladung: 197.94.

Tabelle B.

N:o	Q	Q verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 y$	$\Delta_2 y$
0	—	195.17		2.77		
			0.44		− 98	+ 19
1	195.61	195.61		2.33		
			0.29		64	16
2	196.18	195.90		2.04		
			0.20		44	15
3	196.30	196.10		1.84		
			0.10		22	13
4	196.27	196.20		1.74		
			0.09		20	13
5	196.26	196.29		1.65		
			0.08		18	12
6	196.11	196.37		1.57		
			0.07		15	11
7	196.06	196.44		1.50		
			0.07		15	11
8	195.93	196.51		1.43		
			0.06		12	10
9	195.87	196.57		1.37		
			0.06		12	10
10	195.92	196.63		1.31		
			0.06		12	10

No.	ϱ	ϱ verb.	Diff.	$\Delta\varrho$	$\Delta_1\gamma$	$\Delta_2\gamma$
10	195.92	196.63		1.31		
			0.06		12	10
11	195.96	196.69		1.25		
			0.06		12	9
12	196.17	196.75		1.19		
			0.05		11	9
13	196.35	196.80		1.14		
			0.05		11	8
14	196.60	196.85		1.09		
			0.05		11	8
15	196.82	196.90		1.04		
			0.05		11	8
16	196.93	196.95		0.99		
			0.04		9	7
17	197.05	196.99		0.95		
			0.03		7	7
18	197.10	197.02		0.92		
			0.03		7	7
19	197.08	197.05		0.89		
			0.03		7	6
20	—	197.08		0.86		

Tabelle C.

	$\pm(M_n - M_{n-1})$	Log $\pm(M_n - M_{n-1})$	Diff.	Mittel	Reduction	Multipel von γ	γ
$M_1 - M_0$	377.77	2.57723					
			0.54907				
$M_{19} - M_{20}$	106.70	2.02816					
				0.51958	− 129	0.51829	0.02879
$M_1 - M_2$	351.80	2.54630					
			0.49008				
$M_{19} - M_{18}$	113.82	2.05622					
				0.46182	− 81	0.46101	0.02881
$M_3 - M_2$	329.77	2.51821					
			0.43356				
$M_{17} - M_{18}$	121.52	2.08465					
				0.40465	− 52	0.40413	0.02887
$M_3 - M_4$	308.68	2.48951					
			0.37573				
$M_{17} - M_{16}$	129.95	2.11378					
				0.34750	− 41	0.34709	0.02892
$M_5 - M_4$	288.82	2.46063					
			0.31927				
$M_{15} - M_{16}$	138.47	2.14136					
				0.29031	− 31	0.29000	0.02900
$M_5 - M_6$	270.28	2.43182					
			0.26135				
$M_{15} - M_{14}$	148.07	2.17047					
				0.23320	− 22	0.23298	0.02912
$M_7 - M_6$	252.39	2.40207					
			0.20504				
$M_{13} - M_{14}$	157.41	2.19703					
				0.17570	− 15	0.17555	0.02926
$M_7 - M_8$	235.90	2.37273					
			0.14636				
$M_{13} - M_{12}$	168.41	2.22637					
				0.11749	− 9	0.11740	0.02935
$M_9 - M_8$	220.03	2.34248					
			0.08861				
$M_{11} - M_{12}$	179.42	2.25387					
				0.05895	− 4	0.05891	0.02946
$M_9 - M_{10}$	205.47	2.31275					
			0.02929				
$M_{11} - M_{10}$	192.07	2.28346					

Definitives Decrement: $\gamma = 0.02895 \pm 4.3$.

N:o 3.

Curve N:o 3.

Tabelle A.

Minima.						Maxima.					
N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.	N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.
0	0		0		0						
		36.01		35.87				31.07		31.15	
2	36.01		35.87		+0.14	1	373.26		373.30		−0.04
		28.11		28.39				26.25		26.20	
4	64.12		64.26		−0.14	3	342.19		342.15		+0.04
		24.00		23.80				20.97		21.00	
6	88.12		88.06		+0.06	5	315.94		315.95		−0.01
		19.77		19.81				17.49		17.28	
8	107.89		107.87		+0.02	7	294.97		294.95		+0.02
		15.82		16.01				13.99		14.37	
10	123.71		123.88		−0.17	9	277.48		277.67		−0.19
		13.08		12.92				12.13		11.86	
12	136.79		136.80		−0.01	11	263.49		263.30		+0.19
		10.70		10.70				9.44		9.52	
14	147.49		147.50		−0.01	13	251.36		251.44		−0.08
		8.86		8.87				7.70		7.70	
16	156.35		156.37		−0.02	15	241.92		241.92		0.00
		7.59		7.46				6.57		6.57	
18	163.94		163.83		+0.11	17	234.22		234.22		0.00
		5.80		5.91							
20	169.74		169.74		0.00	19	227.65		227.65		0.00

Definitive Ladung: 197.99.

Tabelle B.

N:o	*Q*	*Q* verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta^2 Q$	$\Delta^3 Q$
0	—	195.86		2.13		
			0.24		−53	+22
1	196.07	196.10		1.89		
			0.19		42	19
2	196.42	196.29		1.70		
			0.13		29	18
3	196.45	196.42		1.57		
			0.11		24	16
4	196.33	196.53		1.46		
			0.09		20	15
5	196.35	196.62		1.37		
			0.08		18	14
6	196.50	196.70		1.29		
			0.08		18	13
7	196.71	196.78		1.21		
			0.07		15	13
8	196.88	196.85		1.14		
			0.06		13	12
9	196.97	196.91		1.08		
			0.06		13	11
10	197.01	196.97		1.02		
			0.05		11	11

N:o	Q	Q verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 \gamma$	$\Delta_2 \gamma$
10	197.01	196.97		1.02		
			0.05		11	11
11	196.98	197.02		0.97		
			0.05		11	10
12	196.94	197.07		0.92		
			0.04		9	10
13	196.92	197.11		0.88		
			0.04		9	9
14	196.98	197.15		0.84		
			0.03		7	9
15	197.04	197.18		0.81		
			0.03		7	9
16	197.13	197.21		0.78		
			0.04		9	8
17	197.25	197.25		0.74		
			0.03		7	8
18	197.30	197.28		0.71		
			0.02		4	8
19	197.29	197.30		0.69		
			0.01		2	7
20	—	197.31		0.68		

Tabelle C.

	$\pm(M_n - M_{n-1})$	Log $\pm(M_n - M_{n-1})$	Diff.	Mittel	Reduction	Multipel von γ	γ
$M_1 - M_0$	373.30	2.57206					
			0.80931				
$M_{19} - M_{20}$	57.91	1.76275					
				0.76627	− 53	0.76574	0.04254
$M_1 - M_2$	337.43	2.52819					
			0.72323				
$M_{19} - M_{18}$	63.82	1.80496					
				0.68092	− 34	0.68058	0.04254
$M_3 - M_2$	306.28	2.48612					
			0.63861				
$M_{17} - M_{18}$	70.39	1.84751					
				0.59561	− 24	0.59537	0.04253
$M_3 - M_4$	277.89	2.44387					
			0.55261				
$M_{17} - M_{16}$	77.85	1.89126					
				0.51063	− 15	0.51048	0.04254
$M_5 - M_4$	251.69	2.40086					
			0.46864				
$M_{15} - M_{16}$	85.55	1.93222					
				0.42565	− 12	0.42553	0.04255
$M_5 - M_6$	227.89	2.35772					
			0.38266				
$M_{15} - M_{14}$	94.42	1.97506					
				0.34081	− 10	0.34071	0.04259
$M_7 - M_6$	206.89	2.31574					
			0.29896				
$M_{13} - M_{14}$	103.94	2.01678					
				0.25583	− 5	0.25578	0.04263
$M_7 - M_8$	187.08	2.27202					
			0.21269				
$M_{13} - M_{12}$	114.64	2.05933					
				0.17027	− 4	0.17023	0.04256
$M_9 - M_8$	169.80	2.22994					
			0.12785				
$M_{11} - M_{12}$	126.50	2.10209					
				0.08523	− 2	0.08521	0.04261
$M_9 - M_{10}$	153.79	2.18693					
			0.04261				
$M_{11} - M_{10}$	139.42	2.14432					

Definitives Decrement: $\gamma = 0.04255 \pm 0.7$.

Serie I d).

Curve N:o 1.

Tabelle A.

Minima.						Maxima.					
N:o	M beob.	Diff.	M verb.	Diff.	M beob. − M verb.	N:o	M beob.	Diff.	M verb.	Diff.	M beob. − M verb.
0	0		0		0						
		19.02		18.84		1	442.16	15.81	442.50	17.20	− 0.34
2	19.02	16.40	18.84	16.75	+ 0.18	3	426.35	16.90	425.30	15.99	+ 0.05
4	35.42	15.33	35.59	15.31	− 0.17	5	409.45	14.72	409.31	14.47	+ 0.14
6	50.75	14.29	50.90	14.14	− 0.15	7	394.73	11.60	394.84	12.01	− 0.11
8	65.04	13.08	65.04	13.16	0.00	9	383.13	9.84	382.83	10.51	+ 0.30
10	78.12	12.14	78.20	12.15	− 0.08	11	373.29	11.22	372.32	9.80	+ 0.97
12	90.26	11.50	90.35	11.18	− 0.09	13	362.07	8.31	362.52	9.63	− 0.45
14	101.76	9.84	101.53	10.16	+ 0.23	15	353.76	10.61	352.89	9.40	− 0.13
16	111.60	9.29	111.69	9.31	− 0.09	17	343.15	9.12	343.49	9.22	− 0.34
18	120.89	8.89	121.00	8.78	− 0.11	19	334.03		334.27		− 0.24
20	129.78		129.78		0.00						

Definitive Ladung: 231.61.

Tabelle B.

N:o	Q	Q verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 y$	$\Delta_2 y$
0	—	225.21		6.40		
			0.43		− 83	+ 22
1	226.06	225.64		5.97		
			0.38		73	21
2	226.28	226.02		5.59		
			0.36		69	19
3	226.34	226.38		5.23		
			0.32		61	18
4	226.36	226.70		4.91		
			0.28		54	17
5	226.35	226.98		4.63		
			0.26		50	16
6	226.41	227.24		4.35		
			0.25		48	15
7	226.48	227.49		4.12		
			0.24		46	14
8	226.88	227.73		3.88		
			0.24		46	13
9	227.30	227.97		3.64		
			0.22		42	13
10	227.82	228.19		3.42		
			0.21		40	12

N:o	Q	Q verb.	Diff.	$\pm Q$	$\pm \gamma$	$\pm \gamma$
10	227.82	228.19		3.42		
			0.21		40	12
11	228.37	228.40		3.21		
			0.20		38	11
12	228.84	228.60		3.01		
			0.20		38	10
13	229.32	228.80		2.81		
			0.20		38	10
14	229.58	229.00		2.61		
			0.19		36	9
15	229.77	229.19		2.42		
			0.19		36	8
16	229.89	229.38		2.23		
			0.18		34	8
17	229.97	229.56		2.05		
			0.17		32	7
18	229.89	229.73		1.88		
			0.17		32	6
19	229.88	229.90		1.71		
			0.17		32	6
20	—	230.07		1.54		

Tabelle C.

	$\pm(M_n - M_{n-1})$	Log $\pm(M_n - M_{n-1})$	Diff.	Mittel	Reduction	Multipel von γ	γ
$M_1 - M_0$	442.50	2.64591					
			0.33524				
$M_{19} - M_{20}$	204.49	2.31067					
				0.31667	− 586	0.31081	0.01727
$M_1 - M_2$	423.66	2.62702					
			0.29809				
$M_{19} - M_{18}$	213.27	2.32893					
				0.27990	− 508	0.27482	0.01718
$M_3 - M_2$	406.46	2.60902					
			0.26171				
$M_{17} - M_{18}$	222.49	2.34731					
				0.24367	− 433	0.23934	0.01710
$M_3 - M_4$	389.71	2.59074					
			0.22563				
$M_{17} - M_{16}$	231.80	2.36511					
				0.20790	− 364	0.20426	0.01702
$M_5 - M_4$	373.72	2.57254					
			0.19016				
$M_{15} - M_{16}$	241.20	2.38238					
				0.17212	− 299	0.16913	0.01691
$M_5 - M_6$	358.41	2.55438					
			0.15408				
$M_{15} - M_{14}$	251.36	2.40030					
				0.13697	− 238	0.13459	0.01682
$M_7 - M_6$	343.94	2.53648					
			0.11986				
$M_{13} - M_{14}$	260.99	2.41662					
				0.10164	− 177	0.09987	0.01665
$M_7 - M_8$	329.80	2.51825					
			0.08341				
$M_{13} - M_{12}$	272.17	2.43484					
				0.06767	− 117	0.06650	0.01663
$M_9 - M_8$	317.79	2.50214					
			0.05193				
$M_{11} - M_{12}$	281.97	2.45021					
				0.03359	− 57	0.03302	0.01651
$M_9 - M_{10}$	304.63	2.48377					
			0.01524				
$M_{11} - M_{10}$	294.12	2.46853					

Definitives Decrement: $\gamma = 0.01703 \pm 4.9$.

N:o 3.

Curve N:o 2.

Tabelle A.

Minima.						Maxima.					
N:o	M beob.	Diff.	M verb.	Diff.	M beob. − M verb.	N:o	M beob.	Diff.	M verb.	Diff.	M beob. − M verb.
0	0		0		0						
		20.97		20.97							
2	20.97		20.97		0.00	1	381.00		381.00		0.00
		17.00		17.23				16.92		17.47	
4	37.97		38.20		− 0.23	3	364.08		363.53		+ 0.55
		15.58		15.57				17.25		15.95	
6	53.55		53.77		− 0.22	5	346.83		347.58		− 0.75
		14.73		13.92				14.36		14.55	
8	68.28		67.69		+ 0.59	7	332.47		333.03		− 0.56
		11.62		12.21				12.63		12.27	
10	79.90		79.90		0.00	9	319.84		319.76		+ 0.08
		10.55		10.93				11.71		11.74	
12	90.45		90.83		− 0.38	11	308.13		308.02		+ 0.11
		10.56		10.07				10.00		10.65	
14	101.01		100.90		+ 0.11	13	298.13		297.37		+ 0.76
		9.81		9.52				10.13		9.64	
16	110.82		110.48		+ 0.34	15	288.00		287.73		+ 0.27
		8.81		8.97				9.12		8.67	
18	119.63		119.39		+ 0.24	17	278.88		279.07		− 0.19
		7.36		8.59				7.42		7.61	
20	126.99		127.98		− 0.99	19	271.46		271.46		0.00

Definitive Ladung: 198.55.

Tabelle B.

N:o	ϱ	ϱ verb.	Diff.	$\Delta\varrho$	$\Delta_1\gamma$	$\Delta_2\gamma$
0	—	195.77		2.78		
			0.43		− 95	+ 14
1	195.89	196.20		2.35		
			0.29		64	12
2	196.51	196.49		2.06		
			0.17		38	11
3	196.67	196.66		1.89		
			0.11		24	10
4	196.78	196.77		1.78		
			0.09		20	9
5	196.88	196.86		1.69		
			0.07		15	9
6	196.95	196.93		1.62		
			0.07		15	9
7	196.97	197.00		1.55		
			0.06		13	8
8	196.96	197.06		1.49		
			0.06		13	8
9	196.85	197.12		1.43		
			0.05		11	8
10	196.82	197.17		1.38		
			0.05		11	7

No	Q	Q verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 \gamma$	$\Delta_2 \gamma$
10	196.82	197.17		1.38		
			0.05		11	7
11	196.77	197.22		1.33		
			0.04		9	7
12	196.70	197.26		1.29		
			0.03		7	7
13	196.68	197.29		1.26		
			0.03		7	7
14	196.67	197.32		1.23		
			0.02		4	7
15	196.76	197.34		1.21		
			0.02		4	7
16	196.86	197.36		1.19		
			0.02		4	6
17	197.05	197.38		1.17		
			0.01		2	6
18	197.28	197.39		1.16		
			0.01		2	6
19	197.63	197.40		1.15		
			0.00		0	6
20	—	197.40		1.15		

Tabelle C.

	$\pm(M_n - M_{n-1})$	Log $\pm(M_n - M_{n-1})$	Diff.	Mittel.	Reduction	Multipel von γ	γ
$M_1 - M_0$	381.00	2.58092					
			0.42413				
$M_{19} - M_{20}$	143.48	2.15679		0.33922	− 119	0.39803	0.02211
$M_1 - M_2$	360.03	2.55634					
			0.37430				
$M_{19} - M_{18}$	152.07	2.18204		0.35290	− 71	0.35219	0.02201
$M_3 - M_2$	342.56	2.53474					
			0.33149				
$M_{17} - M_{18}$	159.68	2.20325		0.30841	− 48	0.30793	0.02200
$M_3 - M_4$	325.33	2.51232					
			0.28533				
$M_{17} - M_{16}$	168.65	2.22699		0.26355	− 36	0.26319	0.02193
$M_5 - M_4$	309.38	2.49049					
			0.24176				
$M_{15} - M_{16}$	177.31	2.24873		0.21919	− 28	0.21891	0.02189
$M_5 - M_6$	293.81	2.46807					
			0.19662				
$M_{15} - M_{14}$	186.83	2.27145		0.17469	− 25	0.17442	0.02180
$M_7 - M_6$	279.26	2.44601					
			0.15272				
$M_{13} - M_{14}$	196.47	2.29329		0.13076	− 19	0.13057	0.02176
$M_7 - M_8$	265.34	2.42380					
			0.10880				
$M_{13} - M_{12}$	206.54	2.31500		0.08674	− 14	0.08660	0.02165
$M_9 - M_8$	252.07	2.40152					
			0.06468				
$M_{11} - M_{12}$	217.19	2.33684		0.04324	− 7	0.04317	0.02159
$M_9 - M_{10}$	239.86	2.37996					
			0.02179				
$M_{11} - M_{10}$	228.12	2.35817					

Definitives Decrement: $\gamma = 0.02194 \pm 3.2$.

Curve N:o 3.

Tabelle A.

Minima.						Maxima.					
N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.	N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.
0	0		0		0						
		25.47		25.53				21.90		22.06	
2	25.47		25.53		− 0.06	1	376.17		376.17		0.00
		22.56		22.38				19.88		19.72	+ 0.16
4	48.03		47.91		+ 0.12	3	354.27		354.11		
		21.02		19.35				17.29		17.29	0.00
6	67.05		67.26		− 0.21	5	334.39		334.39		
		17.06		16.86				14.98		14.99	0.00
8	84.11		84.12		− 0.01	7	317.10		317.10		
		14.96		14.88				13.45		13.04	+ 0.01
10	99.07		99.00		+ 0.07	9	302.12		302.11		
		12.83		12.90				11.68		12.08	− 0.40
12	111.90		111.90		0.00	11	288.67		289.07		
		11.02		11.12				9.83		9.61	0.00
14	122.92		123.02		− 0.10	13	276.99		276.99		
		9.71		9.56				8.82		9.00	− 0.22
16	132.63		132.58		+ 0.05	15	267.16		267.38		
		8.13		8.30				7.50		7.66	− 0.04
18	140.76		140.88		− 0.12	17	258.34		258.38		
		7.80		7.68							+ 0.12
20	148.56		148.56		0.00	19	250.84		250.72		

Definitive Ladung: 198.55.

Tabelle B.

N:o	*Q*	*Q* verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 y$	$\Delta_2 y$
0	—	194.10		4.45		
			0.60		− 134	+ 31
1	194.69	194.70		3.85		
			0.46		103	27
2	195.16	195.16		3.39		
			0.39		87	24
3	195.55	195.55		3.00		
			0.32		71	21
4	195.91	195.87		2.68		
			0.28		62	19
5	196.15	196.15		2.40		
			0.25		55	17
6	196.39	196.40		2.15		
			0.21		46	15
7	196.54	196.61		1.94		
			0.19		42	14
8	196.74	196.80		1.75		
			0.17		38	13
9	196.97	196.97		1.58		
			0.14		33	11
10	197.19	197.11		1.44		
			0.13		29	10

N:o	ϑ	ϑ verb.	Diff.	$\triangle \vartheta$	$\triangle_1 \gamma$	$\triangle_2 \gamma$
10	197.19	197.11		1.44		
			0.13		29	10
11	197.37	197.24		1.31		
			0.12		26	9
12	197.36	197.36		1.19		
			0.10		22	9
13	197.33	197.46		1.09		
			0.09		20	8
14	197.50	197.55		1.00		
			0.08		18	7
15	197.67	197.63		0.92		
			0.06		13	7
16	197.65	197.69		0.86		
			0.05		11	6
17	197.63	197.74		0.81		
			0.05		11	6
18	197.65	197.79		0.76		
			0.03		7	6
19	197.79	197.82		0.73		
			0.03		7	5
20	—	197.85		0.70		

Tabelle C.

	$\pm(M_n - M_{n-1})$	Log $\pm(M_n - M_{n-1})$	Diff.	Mittel.	Reduction	Multipel von γ.	γ
$M_1 - M_0$	376.17	2.57538					
			0.56610				
$M_{19} - M_{20}$	102.16	2.00928					
				0.53510	− 465	0.53045	0.02947
$M_1 - M_2$	350.64	2.54486					
			0.50410				
$M_{19} - M_{18}$	109.84	2.04076					
				0.47535	− 388	0.47147	0.02947
$M_3 - M_2$	328.58	2.51664					
			0.44660				
$M_{17} - M_{18}$	117.50	2.07004					
				0.41647	− 320	0.41327	0.02952
$M_3 - M_4$	306.20	2.48601					
			0.38633				
$M_{17} - M_{16}$	125.80	2.09968					
				0.35687	− 265	0.35422	0.02952
$M_5 - M_4$	286.48	2.45709					
			0.32740				
$M_{15} - M_{16}$	134.80	2.12969					
				0.29734	− 216	0.29518	0.02952
$M_5 - M_6$	267.13	2.42672					
			0.26727				
$M_{15} - M_{14}$	144.36	2.15949					
				0.23874	− 167	0.23707	0.02963
$M_7 - M_6$	249.84	2.39766					
			0.21022				
$M_{13} - M_{14}$	153.97	2.18744					
				0.17991	− 124	0.17867	0.02978
$M_7 - M_8$	232.98	2.36732					
			0.14959				
$M_{13} - M_{12}$	165.09	2.21773					
				0.11982	− 83	0.11899	0.02975
$M_9 - M_8$	217.99	2.33844					
			0.09005				
$M_{11} - M_{12}$	177.17	2.24839					
				0.05944	− 41	0.05903	0.02952
$M_9 - M_{10}$	203.11	2.30773					
			0.02882				
$M_{11} - M_{10}$	190.07	2.27891					

Definitives Decrement: $\gamma = 0.02954 \pm 2.2$.

N:o 3.

Curve N:o 4.

Tabelle A.

Minima.						Maxima.					
N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.	N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.
0	0		0		0						
		31.27		31.27							
2	31.27		31.27		0.00	1	374.14		374.14		0.00
		26.56		26.66				27.42		27.42	
4	57.83		57.93		− 0.10	3	346.72		346.72		0.00
		22.20		22.04				23.29		23.29	
6	80.03		79.97		+ 0.06	5	323.43		323.43		0.00
		17.97		18.23				19.71		19.71	
8	98.00		98.20		− 0.20	7	303.72		303.72		0.00
		15.76		15.44				16.64		16.64	
10	113.76		113.64		+ 0.12	9	287.08		287.08		0.00
		13.10		13.18				13.84		13.96	
12	126.86		126.82		+ 0.04	11	273.24		273.12		+ 0.10
		11.03		11.17				12.21		11.92	
14	137.89		137.99		− 0.10	13	261.03		261.20		− 0.17
		9.69		9.54				10.01		10.18	
16	147.58		147.53		+ 0.05	15	251.02		251.02		0.00
		7.81		7.73				8.44		8.52	
18	155.39		155.46		− 0.07	17	242.58		242.50		+ 0.08
		6.82		6.75				7.72		7.64	
20	162.21		162.21		0.00	19	234.86		234.86		0.00

Definitive Ladung: 198.31.

Tabelle B.

N:o	*Q*	*Q* verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 y$	$\Delta_2 y$
0	—	194.63		3.68		
			0.59		− 131	+ 32
1	195.22	195.22		3.09		
			0.42		93	27
2	195.56	195.64		2.67		
			0.33		73	23
3	195.88	195.97		2.34		
			0.23		51	21
4	196.25	196.20		2.11		
			0.19		42	19
5	196.43	196.39		1.92		
			0.14		31	17
6	196.56	196.53		1.78		
			0.09		20	16
7	196.60	196.62		1.69		
			0.08		18	15
8	196.63	196.70		1.61		
			0.06		13	15
9	196.66	196.76		1.55		
			0.05		11	14
10	196.72	196.81		1.50		
			0.04		9	14

N:o	Q	Q verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 \gamma$	$\Delta_2 \gamma$
10	196.72	196.81	0.04	1.50	9	14
11	196.82	196.85	0.04	1.46	9	13
12	196.86	196.89	0.03	1.42	7	13
13	196.93	196.92	0.03	1.39	7	13
14	196.94	196.95	0.02	1.36	4	13
15	196.99	196.97	0.02	1.34	4	12
16	197.05	196.99	0.02	1.32	4	12
17	197.09	197.01	0.02	1.30	4	12
18	196.98	197.03	0.02	1.28	4	12
19	196.92	197.05	0.02	1.26	4	12
20	—	197.07		1.24		

Tabelle C.

	$\pm(M_n - M_{n-1})$	Log $\pm(M_n - M_{n-1})$	Diff.	Mittel.	Reduction	Multipel von γ	γ
$M_1 - M_0$	374.14	2.57303					
			0.71179				
$M_{19} - M_{20}$	72.65	1.86124		0.67355	− 123	0.67232	0.03735
$M_1 - M_2$	342.87	2.53513					
			0.63531				
$M_{19} - M_{18}$	79.40	1.89982		0.59726	− 65	0.59661	0.03729
$M_3 - M_2$	315.45	2.49893					
			0.55921				
$M_{17} - M_{18}$	87.04	1.93972		0.52111	− 23	0.52088	0.03721
$M_3 - M_4$	288.79	2.46059					
			0.48300				
$M_{17} - M_{16}$	94.97	1.97759		0.44608	− 1	0.44607	0.03717
$M_5 - M_4$	265.50	2.42406					
			0.40916				
$M_{15} - M_{16}$	103.49	2.01490		0.37120	+ 14	0.37134	0.03713
$M_5 - M_6$	243.46	2.38645					
			0.33324				
$M_{15} - M_{14}$	113.03	2.05319		0.29618	+ 19	0.29637	0.03705
$M_7 - M_6$	223.75	2.34977					
			0.25912				
$M_{13} - M_{14}$	123.21	2.09065		0.22182	+ 17	0.22199	0.03700
$M_7 - M_8$	205.52	2.31285					
			0.18451				
$M_{13} - M_{12}$	134.38	2.12834		0.14773	+ 14	0.14787	0.03697
$M_9 - M_8$	188.88	2.27618					
			0.11094				
$M_{11} - M_{12}$	146.30	2.16524		0.07369	+ 8	0.07377	0.03689
$M_9 - M_{10}$	173.44	2.23915					
			0.03644				
$M_{11} - M_{10}$	159.48	2.20271					

Definitives Decrement: $\gamma = 0.03719 \pm 3.1$.

N:o 3.

Curve N:o 5.

Tabelle A.

Minima.						Maxima.					
N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.	N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.
0	0		0		0						
		37.11		37.11				31.45		31.45	
2	37.11		37.11		0.00	1	370.43		370.43		0.00
		30.62		30.64				26.50		26.48	
4	67.73		67.75		− 0.02	3	338.98		338.98		0.00
		24.32		24.52				20.93		20.95	
6	92.05		92.27		− 0.22	5	312.48		312.50		− 0.02
		20.04		19.72				17.35		17.31	
8	112.09		111.99		+ 0.10	7	291.55		291.55		0.00
		15.73		15.83				14.00		14.05	
10	127.82		127.82		0.00	9	274.20		274.24		− 0.04
		12.92		12.94				11.77		11.59	
12	140.74		140.76		− 0.02	11	260.20		260.19		+ 0.01
		10.79		10.77				9.08		9.30	
14	151.53		151.53		0.00	13	248.33		248.60		− 0.27
		8.79		8.77				7.42		7.47	
16	160.32		160.30		+ 0.02	15	232.95		239.30		− 0.05
		6.99		7.01				6.66		6.66	
18	167.31		167.31		0.00	17	231.83		231.83		0.00
		5.77		5.77							
20	173.08		173.08		0.00	19	225.17		225.17		0.00

Definitive Ladung: 198.56.

Tabelle B.

N:o	*Q*	*Q* verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 y$	$\Delta_2 y$
0	—	194.19		4.37		
			0.82		− 183	+ 45
1	194.99	195.01		3.55		
			0.58		129	37
2	195.51	195.59		2.97		
			0.45		100	31
3	196.11	196.04		2.52		
			0.34		75	27
4	196.40	196.38		2.18		
			0.25		55	23
5	196.57	196.63		1.93		
			0.20		44	20
6	196.88	196.83		1.73		
			0.18		40	18
7	197.10	197.01		1.55		
			0.15		33	17
8	197.22	197.16		1.40		
			0.12		26	15
9	197.28	197.28		1.28		
			0.11		24	13
10	197.34	197.39		1.17		
			0.10		22	12

N:o	Q	Q verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 y$	$\Delta_2 y$
10	197.34	197.39	0.10	1.17	22	12
11	197.41	197.49	0.08	1.07	18	12
12	197.43	197.57	0.07	0.99	15	11
13	197.51	197.64	0.07	0.92	15	10
14	197.62	197.71	0.06	0.85	13	9
15	197.72	197.77	0.05	0.79	11	9
16	197.84	197.82	0.04	0.74	9	8
17	197.91	197.86	0.04	0.70	9	8
18	197.81	197.90	0.02	0.66	4	7
19	197.76	197.92	0.01	0.64	2	7
20	—	197.93		0.63		

Tabelle C.

	$\pm(M_n - M_{n-1})$	Log $\pm(M_n - M_{n-1})$	Diff.	Mittel.	Reduction	Multipel von γ	γ
$M_1 - M_0$	370.43	2.56871	0.85196				
$M_{19} - M_{20}$	52.09	1.71675		0.80623	− 355	0.80268	0.04459
$M_1 - M_2$	333.32	2.52287	0.76049				
$M_{19} - M_{18}$	57.86	1.76238		0.71531	− 266	0.71265	0.04454
$M_3 - M_2$	301.87	2.47982	0.67013				
$M_{17} - M_{18}$	64.52	1.80969		0.62449	− 196	0.62253	0.04447
$M_3 - M_4$	271.23	2.43334	0.57885				
$M_{17} - M_{16}$	71.53	1.85449		0.53497	− 147	0.53350	0.04446
$M_5 - M_4$	244.75	2.38872	0.49109				
$M_{15} - M_{16}$	79.00	1.89763		0.44531	− 113	0.44418	0.04442
$M_5 - M_6$	220.23	2.34288	0.39953				
$M_{15} - M_{14}$	87.77	1.94335		0.35596	− 85	0.35511	0.04439
$M_7 - M_6$	199.28	2.29947	0.31238				
$M_{13} - M_{14}$	97.07	1.98709		0.26692	− 58	0.26634	0.04439
$M_7 - M_8$	179.56	2.25421	0.22145				
$M_{13} - M_{12}$	107.84	1.03276		0.17727	− 38	0.17689	0.04422
$M_9 - M_8$	162.25	2.21019	0.13308				
$M_{11} - M_{12}$	119.43	1.07711		0.08845	− 21	0.08824	0.04412
$M_9 - M_{10}$	146.42	2.16560	0.04381				
$M_{11} - M_{10}$	132.37	1.12179					

Definitives Decrement: $\gamma = 0.04447 \pm 2.4$.

N:o 3.

Curve N:o 6.

Tabelle A.

Minima.						Maxima.					
N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.	N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.
0	0		0		0						
		52.00		52.00				44.58		44.58	
2	52.00		52.00		0.00	1	365.27		365.27		0.00
		38.21		38.21				31.90		31.90	
4	90.21		90.21		0.00	3	320.69		320.69		0.00
		28.67		28.77				23.83		23.83	
6	118.88		118.98		−0.10	5	288.79		288.79		0.00
		20.75		20.63				18.00		17.61	
8	139.63		139.61		+0.02	7	264.96		264.96		0.00
		14.99		15.11				12.86		13.15	
10	154.62		154.72		−0.10	9	246.96		247.35		−0.39
		11.61		11.33				9.60		9.73	
12	166.23		166.05		+0.18	11	234.10		234.20		−0.10
		8.21		8.39				6.92		6.77	
14	174.44		174.44		0.00	13	224.50		224.47		+0.03
		6.42		6.37				4.89		5.01	
16	180.86		180.81		+0.05	15	217.58		217.70		−0.12
		4.09		4.25				4.02		4.02	
18	184.95		185.06		−0.11	17	212.69		212.69		0.00
		3.71		3.60							
20	188.66		188.66		0.00	19	208.67		208.67		0.00

Definitive Ladung: 198.50.

Tabelle B.

N:o	*Q*	*Q* verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 y$	$\Delta_2 y$
0	—	196.04		2.46		
			0.36		−80	+39
1	196.63	196.40		2.10		
			0.27		60	34
2	196.63	196.67		1.83		
			0.24		53	29
3	196.63	196.91		1.59		
			0.19		42	25
4	196.88	197.10		1.40		
			0.16		35	22
5	197.26	197.26		1.24		
			0.12		26	20
6	197.48	197.38		1.12		
			0.10		22	18
7	197.52	197.48		1.02		
			0.08		18	16
8	197.55	197.56		0.94		
			0.07		15	15
9	197.54	197.63		0.87		
			0.06		13	14
10	197.50	197.69		0.81		
			0.05		11	13

N:o	ϱ	ϱ verb.	Diff.	$\triangle \varrho$	$\triangle_1 \gamma$	$\triangle_2 \gamma$
10	197.50	197.69	0.05	0.81		
11	197.51	197.74	0.04	0.76	11	13
12	197.50	197.78	0.03	0.72	9	12
13	197.52	197.81	0.03	0.69	7	12
14	197.64	197.84	0.03	0.66	7	11
15	197.79	197.87	0.02	0.63	7	11
16	197.91	197.89	0.02	0.61	4	10
17	197.89	197.91	0.01	0.59	4	10
18	197.79	197.92	0.01	0.58	2	10
19	197.84	197.93	0.00	0.57	2	10
20	—	197.93		0.57	0	10

Tabelle C.

	$\pm(M_n - M_{n-1})$	Log $\pm(M_n - M_{n-1})$	Diff.	Mittel	Reduction	Multipel von γ	γ
$M_1 - M_0$	365.27	2.56261					
			1.26136				
$M_{19} - M_{20}$	20.01	1.30125					
				1.19209	− 45	1.19164	0.06620
$M_1 - M_2$	213.27	2.49592					
			1.12282				
$M_{19} - M_{18}$	23.61	1.37310					
				1.05535	− 27	1.05508	0.06594
$M_3 - M_2$	268.69	2.42925					
			0.98787				
$M_{17} - M_{18}$	27.63	1.44138					
				0.92349	− 11	0.92338	0.06596
$M_3 - M_4$	230.48	2.36263					
			0.85911				
$M_{17} - M_{16}$	31.88	1.50358					
				0.79507	0	0.79507	0.06626
$M_5 - M_4$	198.58	2.29794					
			0.73103				
$M_{15} - M_{16}$	36.89	1.56691					
				0.66246	+ 7	0.66253	0.06625
$M_5 - M_6$	169.81	2.22997					
			0.59388				
$M_{15} - M_{14}$	43.26	1.63609					
				0.52947	+ 9	0.52956	0.06620
$M_7 - M_6$	145.98	2.16429					
			0.46506				
$M_{13} - M_{14}$	50.03	1.69923					
				0.39832	+ 9	0.39841	0.06640
$M_7 - M_8$	125.35	2.09813					
			0.33157				
$M_{13} - M_{12}$	58.42	1.76656					
				0.26524	+ 6	0.26530	0.06633
$M_9 - M_8$	107.74	2.03238					
			0.19891				
$M_{11} - M_{12}$	68.15	1.83347					
				0.13270	+ 3	0.13273	0.06637
$M_9 - M_{10}$	92.63	1.96675					
			0.06649				
$M_{11} - M_{10}$	79.48	1.90026					

Definitives Decrement: $\gamma = 0.06615 \pm 2.7$.

Curve N:o 7

Tabelle A.

Minima.						Maxima.					
N:o	M beob.	Diff.	M verb.	Diff.	M beob. − M verb.	N:o	M beob.	Diff.	M verb.	Diff.	M beob. − M verb.
0	0		0		0.00						
		70.15		70.15				56.36		56.36	
2	70.15		70.15		„	1	353.83		353.83		0.00
		45.78		45.78				35.64		35.64	
4	115.93		115.93		„	3	297.47		297.47		„
		29.10		29.10				22.64		22.64	
6	145.03		145.03		„	5	261.83		261.83		„
		19.14		19.14				14.92		14.92	
8	164.17		164.17		„	7	239.19		239.19		„
		11.81		11.81				9.61		9.61	
10	175.98		175.98		„	9	224.27		224.27		„
		7.79		7.79				6.31		6.31	
12	183.77		183.77		„	11	214.66		214.66		„
		4.86		4.86				3.40		3.40	
14	188.63		188.63		„	13	208.35		208.35		„
		3.11		3.11				2.71		2.71	
16	191.74		191.74		„	15	204.95		204.95		„
		1.95		1.95				1.74		1.74	
18	193.69		193.69		„	17	202.24		202.24		„
		1.76		1.76							
20	195.45		195.45		„	19	200.50		200.50		„

Definitive Ladung: 198.34.

Tabelle B.

N:o	Q	Q verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 y$	$\Delta_2 y$
0	—	195.65		2.69		
			0.39		− 87	+ 62
1	196.39	196.04		2.30		
			0.30		66	53
2	196.34	196.34		2.00		
			0.26		57	45
3	196.54	196.60		1.74		
			0.21		46	40
4	196.81	196.81		1.53		
			0.19		42	35
5	196.96	197.00		1.34		
			0.16		35	31
6	197.16	197.16		1.18		
			0.13		29	27
7	197.44	197.29		1.05		
			0.10		22	24
8	197.54	197.39		0.95		
			0.07		15	22
9	197.49	197.46		0.88		
			0.04		9	21
10	197.46	197.50		0.84		
			0.03		7	20

N:o	ϱ	ϱ verb.	Diff.	ϱ Δ	$\Delta_1 \gamma$	$\Delta_2 \gamma$
10	197.46	197.50	0.03	0.84	7	20
11	197.49	197.53	0.03	0.81	7	20
12	197.46	197.56	0.03	0.78	7	19
13	197.41	197.59	0.02	0.75	4	18
14	197.56	197.61	0.01	0.73	2	17
15	197.65	197.62	0.00	0.72	0	17
16	197.59	197.62	0.01	0.72	2	17
17	197.53	197.63	0.00	0.71	0	17
18	197.48	197.63	0.01	0.71	2	17
19	197.60	197.64	0.00	0.70	0	17
20	—	197.64		0.70		

Tabelle C.

	$\pm (M_n - M_{n-1})$	Log $\pm (M_n - M_{n-1})$	Diff.	Mittel	Reduction	Multipel von γ	γ
$M_1 - M_0$	353.83	2.54880	1.84551				
$M_{19} - M_{20}$	5.05	0.70329		1.73260	+ 108	1.73368	0.09632
$M_1 - M_2$	283.68	2.45283	1.61968				
$M_{19} - M_{18}$	6.81	0.83315		1.52218	+ 106	1.52324	0.09520
$M_3 - M_2$	227.32	2.35664	1.42467				
$M_{17} - M_{18}$	8.55	0.93197		1.33123	+ 101	1.33224	0.09516
$M_3 - M_4$	281.54	2.25898	1.23779				
$M_{17} - M_{16}$	10.50	1.02119		1.14048	+ 92	1.14140	0.09512
$M_5 - M_4$	145.90	2.16406	1.04316				
$M_{15} - M_{16}$	13.21	1.12090		0.94894	+ 82	0.94976	0.09498
$M_5 - M_6$	116.80	2.06744	0.85472				
$M_{15} - M_{14}$	16.32	1.21272		0.76684	+ 71	0.76755	0.09594
$M_7 - M_6$	94.16	1.97387	0.67896				
$M_{13} - M_{14}$	19.72	1.29491		0.58178	+ 59	0.58237	0.09706
$M_7 - M_8$	75.02	1.87518	0.48460				
$M_{13} - M_{12}$	24.58	1.39058		0.38683	+ 45	0.38728	0.09682
$M_9 - M_8$	60.10	1.77887	0.28905				
$M_{11} - M_{12}$	30.89	1.48982		0.19271	+ 25	0.19296	0.09648
$M_9 - M_{10}$	48.29	1.68386	0.09637				
$M_{11} - M_{10}$	38.68	1.58749					

Definitives Decrement: $\gamma = 0.09567 \pm 16.8$.

N:o 3.

Serie II a).

Curve N:o 1.

Tabelle A.

Minima.						Maxima.					
N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.	N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.
0	0		0		0						
		20.92		20.82				19.28		19.26	
2	20.92		20.82		+0.10	1	381.89		381.89		0.00
		18.18		18.62				16.94		16.99	
4	39.10		39.44		−0.34	3	362.61		362.63		−0.02
		17.10		16.72				15.19		15.31	
6	56.10		56.16		−0.06	5	345.67		345.64		+0.03
		14.94		14.88				14.03		13.85	
8	71.04		71.04		0.00	7	330.48		330.33		+0.15
		13.15		13.26				12.54		12.45	
10	84.19		84.30		−0.11	9	316.45		316.48		−0.03
		12.01		11.90				10.96		11.05	
12	96.20		96.20		0.00	11	303.91		304.03		−0.12
		10.81		10.70				9.59		9.63	
14	107.01		106.90		+0.11	13	292.95		292.98		−0.03
		9.63		9.69				8.39		8.45	
16	116.64		116.59		+0.05	15	283.36		283.35		+0.01
		8.70		8.65				8.27		8.20	
18	125.34		125.24		+0.10	17	274.97		274.90		+0.07
		7.42		7.52							
20	132.76		132.76		0.00	19	266.70		266.70		0.00

Definitive Ladung: 199.25.

Tabelle B.

N:o	*Q*	*Q* verb.	Diff.	ΔQ	Δ_{17}	Δ_{27}
0	—	195.80		3.45		
			0.33		−73	+20
1	196.30	196.13		3.12		
			0.25		55	18
2	196.40	196.38		2.87		
			0.18		40	17
3	196.51	196.56		2.69		
			0.15		33	16
4	196.67	196.71		2.54		
			0.13		29	15
5	196.84	196.84		2.41		
			0.12		26	14
6	196.97	196.96		2.29		
			0.11		24	14
7	197.07	197.07		2.18		
			0.10		22	13
8	197.13	197.17		2.08		
			0.09		20	13
9	197.16	197.26		1.99		
			0.08		18	12
10	197.19	197.34		1.91		
			0.08		18	13

N:o	Q	Q verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 \gamma$	$\Delta_2 \gamma$
10	197.19	197.34		1.91		
			0.08		18	13
11	197.22	197.42		1.83		
			0.08		18	11
12	197.28	197.50		1.75		
			0.08		18	10
13	197.34	197.58		1.67		
			0.07		15	10
14	197.47	197.65		1.60		
			0.06		13	10
15	197.61	197.71		1.54		
			0.06		13	9
16	197.80	197.77		1.48		
			0.05		11	9
17	197.96	197.82		1.43		
			0.06		13	9
18	197.96	197.88		1.37		
			0.06		13	8
19	197.90	197.94		1.31		
			0.05		11	8
20	—	197.99		1.26		

Tabelle C.

	$\pm(M_n - M_{n-1})$	Log $\pm(M_n - M_{n-1})$	Diff.	Mittel	Reduction	Multipel von γ	γ
$M_1 - M_0$	381.89	3.58194					
			0.45503				
$M_{19} - M_{20}$	113.94	2.12691					
				0.43099	— 178	0.42921	0.02384
$M_1 - M_2$	361.07	2.55759					
			0.40695				
$M_{19} - M_{18}$	141.46	2.15064					
				0.38282	— 136	0.38146	0.02384
$M_3 - M_2$	341.81	2.53378					
			0.35868				
$M_{17} - M_{18}$	149.66	2.17510					
				0.33431	— 109	0.33322	0.02380
$M_3 - M_4$	323.19	2.50946					
			0.30995				
$M_{17} - M_{16}$	158.31	2.19951					
				0.28693	— 90	0.28603	0.02386
$M_5 - M_4$	306.20	2.48601					
			0.26391				
$M_{15} - M_{16}$	166.76	2.22210					
				0.23795	— 72	0.23723	0.02372
$M_5 - M_6$	289.48	2.46162					
			0.21500				
$M_{15} - M_{14}$	176.45	2.24662					
				0.19166	— 57	0.19109	0.02389
$M_7 - M_6$	274.17	2.43802					
			0.16832				
$M_{13} - M_{14}$	186.08	2.26970					
				0.14406	— 42	0.14364	0.02394
$M_7 - M_8$	259.29	2.41378					
			0.11980				
$M_{13} - M_{12}$	196.78	2.29398					
				0.09602	— 25	0.09577	0.02394
$M_9 - M_8$	245.44	2.38994					
			0.07223				
$M_{11} - M_{12}$	207.83	2.31771					
				0.04808	— 11	0.04797	0.02399
$M_9 - M_{10}$	232.18	2.36582					
			0.02393				
$M_{11} - M_{10}$	219.73	2.34189					

Definitives Decrement: $\gamma = 0.02384 \pm 1.9$.

N:o 3.

Serie II c).

Curve N:o 1.

Tabelle A.

Minima.						Maxima.					
N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.	N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.
0	0		0		0						
		13.72		13.70				10.41		11.20	
2	13.72		13.70		+ 0.02	1	383.56		384.10		− 0.54
		12.45		12.59				11.37		11.05	
4	26.17		26.29		− 0.12	3	373.15		372.90		+ 0.25
		12.05		11.80				10.63		10.76	
6	38.22		38.09		+ 0.13	5	361.78		361.85		− 0.07
		10.78		11.04				10.78		10.59	
8	49.00		49.13		− 0.13	7	351.15		351.09		+ 0.06
		10.55		10.32				9.77		9.87	
10	59.55		59.45		+ 0.10	9	340.37		340.50		− 0.13
		9.39		9.55				8.99		9.06	
12	68.94		69.00		− 0.06	11	330.60		330.63		− 0.03
		8.96		8.80				8.08		8.16	
14	77.90		77.80		+ 0.10	13	321.61		321.57		+ 0.04
		8.04		8.07				7.34		7.33	
16	85.94		85.87		+ 0.07	15	313.53		313.41		+ 0.12
		7.27		7.36				6.64		6.51	
18	93.21		93.23		− 0.02	17	306.19		306.08		+ 0.11
		6.68		6.66							
20	99.89		99.89		0.00	19	299.55		299.57		− 0.02

Definitive Ladung: 199.32.

Tabelle B.

N:o	*Q*	*Q* verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 y$	$\Delta_2 y$
0	—	194.80		4.52		
			75		− 168	+ 16
1	195.33	195.55		3.77		
			55		123	14
2	196.05	196.10		3.22		
			40		89	12
3	196.50	196.50		2.82		
			30		66	11
4	196.79	196.80		2.52		
			24		53	10
5	197.08	197.04		2.28		
			16		35	9
6	197.24	197.20		2.12		
			11		24	8
7	197.39	197.31		2.01		
			10		22	8
8	197.41	197.41		1.91		
			9		20	7
9	197.44	197.50		1.82		
			9		20	7
10	197.47	197.59		1.73		
			9		20	7

N:o	ϱ	ϱ verb.	Diff.	$\Delta\varrho$	$\Delta_1\gamma$	$\Delta_2\gamma$
10	197.47	197.59		1.73		
			9		20	7
11	197.47	197.68		1.64		
			7		15	6
12	197.51	197.75		1.57		
			5		11	6
13	197.52	197.80		1.52		
			5		11	6
14	197.61	197.85		1.47		
			5		11	6
15	197.66	197.90		1.42		
			4		9	5
16	197.78	197.94		1.38		
			4		9	5
17	197.85	197.98		1.34		
			3		7	5
18	198.00	198.01		1.31		
			3		7	5
19	198.09	198.04		1.28		
			4		9	5
20	—	198.08		1.24		

Tabelle C.

	$\pm(M_n - M_{n-1})$	Log $\pm(M_n - M_{n-1})$	Diff.	Mittel	Reduction	Multipel von γ	γ
$M_1 - M_0$	384.10	2.58444					
			0.28410				
$M_{19} - M_{20}$	199.68	2.30034		0.26910	−415	0.26495	0.01472
$M_1 - M_2$	370.40	2.56867					
			0.25409				
$M_{19} - M_{18}$	206.34	2.31458		0.24068	−304	0.23764	0.01485
$M_3 - M_2$	359.20	2.55534					
			0.22727				
$M_{17} - M_{18}$	212.85	2.32807		0.21213	−225	0.20988	0.01500
$M_3 - M_4$	346.61	2.53984					
			0.19700				
$M_{17} - M_{16}$	220.21	2.34284		0.18286	−166	0.18120	0.01510
$M_5 - M_4$	335.56	2.52577					
			0.16871				
$M_{15} - M_{16}$	227.54	2.35706		0.15336	−119	0.15217	0.01522
$M_5 - M_6$	323.76	2.51022					
			0.13802				
$M_{15} - M_{14}$	235.61	2.37220		0.12329	− 88	0.12241	0.01530
$M_7 - M_6$	313.00	2.49554					
			0.10856				
$M_{13} - M_{14}$	243.77	2.38698		0.09307	− 67	0.09240	0.01540
$M_7 - M_8$	301.96	2.47995					
			0.07757				
$M_{13} - M_{12}$	252.57	2.40238		0.06217	− 48	0.06169	0.01542
$M_9 - M_8$	291.37	2.46445					
			0.04676				
$M_{11} - M_{12}$	261.63	2.41769		0.03114	− 26	0.03088	0.01544
$M_9 - M_{10}$	281.05	2.44878					
			0.01552				
$M_{11} - M_{10}$	271.18	2.43326					

Definitives Decrement: $\gamma = 0.01504 \pm 5.6$.

Curve G I. N:o 1.

Tabelle A.

Minima.						Maxima.					
N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.	N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.
0	0		0		0						
		26.10		26.07							
2	26.10		26.07		+0.03	1	264.32		264.32		0.00
		20·57		20.55				22.83		22.79	
4	46.67		46.62		+0.05	3	241.49		241.53		−0.04
		16.50		16.80				17.56		17.63	
6	63.17		63.42		−0.25	5	223.93		223.90		+0.03
		13.89		13.64				14.39		14.90	
8	77.06		77.06		0.00	7	209.54		209.00		+0.54
		11.01		11.01				13.31		12.58	
10	88.07		88.07		0.00	9	196.23		196.42		−0.19
		9.07		8.23				10.20		10.42	
12	97.14		97.30		−0.16	11	186.03		186.00		+0.03
		7.98		7.76				8.70		8.51	
14	105.12		105.06		+0.06	13	177.33		177.49		−0.16
		6.15		6.22				6.32		6.69	
16	111.27		111.28		−0.01	15	171.01		170.80		+0.21
		4.88		4.90				5.88		5.63	
18	116.15		116.18		−0.03	17	165.13		165.17		−0.04
		4.20		4.17				4.78		4.82	
20	120.35		120.35		0.00	19	160.35		160.35		0.00

Definitive Ladung: 141.11.

Tabelle B.

N:o	*Q*	*Q* verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 y$	$\Delta_2 y$
0	—	138.79		2.32		
			24		− 75	+ 34
1	139.01	139.03		2.08		
			18		56	31
2	139.21	139.21		1.90		
			12		37	28
3	139.20	139.33		1.78		
			9		28	26
4	139.46	139.42		1.69		
			8		25	25
5	139.67	139.50		1.61		
			5		16	24
6	139.75	139.55		1.56		
			5		16	23
7	139.79	139.60		1.51		
			4		12	23
8	139.73	139.64		1.47		
			3		9	22
9	139.63	139.67		1.44		
			3		9	22
10	139.51	139.70		1.41		
			2		6	21

N:o	Q	Q verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 \gamma$	$\Delta_2 \gamma$
10	139.51	139.70	2	1.41	6	21
11	139.46	139.72	1	1.39	3	21
12	139.42	139.73	1	1.38	3	21
13	139.53	139.74	1	1.37	3	21
14	139.52	139.75	0	1.36	0	21
15	139.56	139.75	0	1.36	0	21
16	139.56	139.75	0	1.36	0	21
17	139.51	139.75	0	1.36	0	21
18	139.41	139.75	0	1.36	0	21
19	139.36	139.75	0	1.36	0	21
20	—	139.75		1.36		

Tabelle C.

	$\pm(M_n - M_{n-1})$	Log $\pm(M_n - M_{n-1})$	Diff.	Mittel.	Reduction	Multipel von γ	γ
$M_1 - M_0$	264.32	2.42213					
			0.82007				
$M_{19} - M_{20}$	40.00	1.60206					
				0.77149	+200	0.76949	0.04275
$M_1 - M_2$	238.25	2.37703					
			0.73190				
$M_{19} - M_{18}$	44.17	1.64513					
				0.68758	+194	0.68564	0.04223
$M_3 - M_2$	215.46	2.33337					
			0.64326				
$M_{17} - M_{18}$	48.99	1.69011					
				0.60079	+182	0.59897	0.04278
$M_3 - M_4$	194.91	2.28983					
			0.55832				
$M_{17} - M_{16}$	53.89	1.73151					
				0.51616	+163	0.51453	0.04288
$M_5 - M_4$	177.28	2.24866					
			0.47400				
$M_{15} - M_{16}$	59.52	1.77466					
				0.43080	+142	0.42938	0.04294
$M_5 - M_6$	160.48	2.20542					
			0.38759				
$M_{15} - M_{14}$	65.74	1.81783					
				0.34539	+113	0.34426	0.04303
$M_7 - M_6$	145.58	2.16310					
			0.30318				
$M_{13} - M_{14}$	72.43	1.85992					
				0.25972	+ 88	0.25884	0.04314
$M_7 - M_8$	131.94	2.12037					
			0.21625				
$M_{13} - M_{12}$	80.19	1.90412					
				0.17760	+ 59	0.17701	0.04425
$M_9 - M_8$	119.36	2.07686					
			0.12894				
$M_{11} - M_{12}$	88.70	1.94792					
				0.08643	+ 28	0.08615	0.04308
$M_9 - M_{10}$	108.35	2.03483					
			0.04391				
$M_{11} - M_{10}$	97.93	1.99092					

Definitives Decrement: $\gamma = 0.04294 \pm 7.8$.

Curve G. III. N:o 11.

Tabelle A.

Minima.						Maxima.					
N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.	N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.
0	0		0		0						
		26.87		26.87							
2	26.87		26.87		0.00	1	281.17		281.17		0.00
		21.94		21.94				23.39		23.47	
4	48.81		48.81		0.00	3	257.78		257.70		+ 0.08
		18.15		18.47				19.87		19.80	
6	66.96		67.28		− 0.32	5	237.91		237.90		+ 0.01
		15.53		15.21				16.29		16.40	
8	82.49		82.49		0.00	7	221.62		221.50		+ 0.12
		12.30		12.27				13.30		13.22	
10	94.79		94.76		+ 0.03	9	208.32		208.28		+ 0.04
		9.86		9.94				10.75		11.02	
12	104.65		104.70		− 0.05	11	197.57		197.26		+ 0.31
		8.82		8.19				9.52		9.26	
14	113.47		112.89		+ 0.58	13	188.05		188.00		+ 0.05
		6.11		6.63				7.79		7.68	
16	119.58		119.52		+ 0.06	15	180.26		180.32		− 0.06
		5.25		5.28				5.66		6.00	
18	124.83		124.80		+ 0.03	17	174.60		174.32		+ 0.28
		4.07		3.90				4.64		4.36	
20	128.90		128.90		0.00	19	169.96		169.96		0.00

Definitive Ladung: 149.18.

Tabelle B.

N:o	*Q*	*Q* verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_{1}y$	$\Delta_{2}y$
0	—	147.33		1.85		
			0.31		− 90	+ 25
1	147.64	147.64		1.54		
			0.23		67	21
2	147.87	147.87		1.31		
			0.14		41	18
3	148.04	148.01		1.17		
			0.13		38	16
4	148.06	148.14		1.04		
			0.11		32	14
5	148.21	148.25		0.93		
			0.08		23	13
6	148.28	148.33		0.85		
			0.06		18	12
7	148.39	148.39		0.79		
			0.05		15	11
8	148.53	148.44		0.74		
			0.04		12	11
9	148.61	148.48		0.70		
			0.03		9	10
10	148.62	148.51		0.67		
			0.03		9	10

N:o	Q	Q verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 \gamma$	$\Delta_2 \gamma$
10	148.62	148.51		0.67		
			0.03		9	10
11	148.62	148.54		0.64		
			0.03		9	10
12	148.54	148.57		0.61		
			0.02		6	10
13	148.50	148.59		0.59		
			0.01		3	9
14	148.42	148.60		0.58		
			0.00		3	9
15	148.35	148.60		0.58		
			0.00		3	9
16	148.34	148.60		0.58		
			0.00		0	9
17	148.31	148.60		0.58		
			0.00		0	9
18	148.42	148.60		0.58		
			0.00		0	9
19	148.45	148.60		0.58		
			0.00		0	9
20	—	148.60		0.58		

Tabelle C.

	$\pm(M_n - M_{n-1})$	Log $\pm(M_n - M_{n-1})$	Diff.	Mittel.	Reduction	Multipel von γ.	γ
$M_1 - M_0$	281.17	2.44897					
			0.83555				
$M_{19} - M_{20}$	41.06	1.61342		0.79308	− 78	0.79230	0.04402
$M_1 - M_2$	254.30	2.40535					
			0.75060				
$M_{19} - M_{18}$	45.16	1.65475		0.70955	− 41	0.70914	0.04432
$M_3 - M_2$	230.83	2.36329					
			0.66851				
$M_{17} - M_{18}$	49.52	1.69478		0.62482	− 27	0.62455	0.04461
$M_3 - M_4$	208.89	2.31992					
			0.58114				
$M_{17} - M_{16}$	54.80	1.73878		0.53696	− 14	0.53682	0.04473
$M_5 - M_4$	189.09	2.27667					
			0.49277				
$M_{15} - M_{16}$	60.80	1.78390		0.44798	− 2	0.44796	0.04480
$M_5 - M_6$	170.62	2.23203					
			0.40318				
$M_{15} - M_{14}$	67.43	1.82885		0.35781	+ 2	0.35783	0.04473
$M_7 - M_6$	154.22	2.18814					
			0.31244				
$M_{13} - M_{14}$	75.11	1.87570		0.26741	+ 2	0.26743	0.04457
$M_7 - M_8$	139.01	2.14304					
			0.22239				
$M_{13} - M_{12}$	83.30	1.92065		0.17781	+ 2	0.17783	0.04446
$M_9 - M_8$	125.79	2.09965					
			0.13323				
$M_{11} - M_{12}$	92.56	1.96642		0.08880	+ 2	0.08882	0.04441
$M_9 - M_{10}$	113.52	2.05508					
			0.04436				
$M_{11} - M_{10}$	102.50	2.01072					

Definitives Decrement: $\gamma = 0.04447 \pm 6.5$.

N:o 3.

Curve G. III. N:o 13.

Tabelle A.

Minima.						Maxima.					
N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.	N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.
0	0		0		0						
		17.02		17.07							
2	17.02		17.07		− 0.05	1	384.53		384.49		+ 0.04
		15.83		15.74				16.03		15.99	
4	32.85		32.81		+ 0.04	3	368.50		368.50		0.00
		14.17		14.21				14.57		14.53	
6	47.02		47.02		0.00	5	353.93		353.97		− 0.04
		12.98		12.98				12.99		13.09	
8	60.00		60.00		0.00	7	340.94		340.88		+ 0.06
		11.99		12.00				12.14		12.08	
10	71.99		72.00		− 0.01	9	328.80		328.80		0.00
		11.02		11.02				10.84		11.10	
12	83.01		83.02		− 0.01	11	317.96		317.70		+ 0.26
		10.06		10.05				10.72		10.27	
14	93.07		93.07		0.00	13	307.24		307.43		− 0.19
		8.94		8.96				9.60		9.43	
16	102.01		102.03		− 0.02	15	297.64		298.00		− 0.36
		8.16		7.98				8.29		8.70	
18	110.17		110.01		+ 0.16	17	289.35		289.30		+ 0.05
		6.82		6.98				7.90		7.85	
20	116.99		116.99		0.00	19	281.45		281.45		0.00

Definitive Ladung: 199.22.

Tabelle B.

N:o	*Q*	*Q* verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 y$	$\Delta_2 y$
0	—	196.30		2.92		
			0.21		− 47	+ 14
1	196.61	196.51		2.71		
			0.19		42	13
2	196.70	196.70		2.52		
			0.16		35	12
3	196.81	196.86		2.36		
			0.12		27	11
4	196.94	196.98		2.24		
			0.11		24	11
5	197.02	197.09		2.13		
			0.10		22	10
6	197.15	197.19		2.03		
			0.10		22	10
7	197.25	197.29		1.93		
			0.10		22	9
8	197.35	197.39		1.83		
			0.09		20	9
9	197.47	197.48		1.74		
			0.08		18	8
10	197.56	197.56		1.66		
			0.07		15	8

N:o	Q	Q verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 \gamma$	$\Delta_2 \gamma$
10	197.56	197.56	0.07	1.66		
11	197.67	197.63	0.06	1.59	15	8
12	197.73	197.69	0.05	1.53	13	8
13	197.79	197.74	0.05	1.48	11	7
14	197.84	197.79	0.04	1.43	11	7
15	197.82	197.83	0.02	1.39	9	7
16	197.79	197.85	0.01	1.37	4	7
17	197.71	197.86	0.01	1.36	2	7
18	197.65	197.87	0.00	1.35	2	7
19	197.51	197.87	0.00	1.35	0	7
20	—	197.87		1.35	0	7

Tabelle C.

	$\pm(M_n - M_{n-1})$	Log $\pm(M_n - M_{n-1})$	Diff.	Mittel.	Reduction	Multipel von γ	γ
$M_1 - M_0$	384.49	2.58489	0.36888				
$M_{10} - M_{20}$	164.46	2.21606		0.34994	− 141	0.34853	0.01936
$M_1 - M_2$	367.42	2.56516	0.33105				
$M_{19} - M_{18}$	171.44	2.23411		0.31167	− 119	0.31048	0.01940
$M_3 - M_2$	351.43	2.54584	0.29228				
$M_{17} - M_{18}$	179.29	2.25356		0.27288	− 101	0.27187	0.01941
$M_3 - M_4$	335.69	2.52594	0.25347				
$M_{17} - M_{16}$	187.27	2.27247		0.23400	− 90	0.23310	0.01942
$M_5 - M_4$	321.16	2.50672	0.21453				
$M_{15} - M_{16}$	195.97	2.29219		0.19500	− 80	0.19420	0.01942
$M_5 - M_6$	306.95	2.48707	0.17547				
$M_{15} - M_{14}$	204.93	2.31160		0.15623	− 66	0.15557	0.01945
$M_7 - M_6$	293.86	2.46812	0.13698				
$M_{13} - M_{14}$	214.36	2.33114		0.11723	− 50	0.11673	0.01945
$M_7 - M_8$	280.88	2.44852	0.09748				
$M_{13} - M_{12}$	224.41	2.35104		0.07822	− 33	0.07789	0.01947
$M_9 - M_8$	268.80	2.42943	0.05896				
$M_{11} - M_{12}$	234.68	2.37047		0.03907	− 17	0.03890	0.01945
$M_9 - M_{10}$	256.80	2.40960	0.01919				
$M_{11} - M_{10}$	245.70	2.39041					

Definitives Decrement: $\gamma = 0.01941 \pm 0.7$.

N:o 3.

Curve G. III. N:o 14.

Tabelle A.

Minima.						Maxima.					
N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.	N:o	*M* beob.	Diff.	*M* verb.	Diff.	*M* beob. − *M* verb.
0	0		0		0						
		15.03		15.03							
2	15.03		15.03		0.00	1	382.73		382.90		− 0.17
		13.75		13.72				13.14		13.31	
4	28.78		28.75		+ 0.06	3	369.59		369.59		0.00
		12.45		12.67				12.17		12.39	
6	41.23		41.42		− 0.19	5	357.42		357.20		+ 0.22
		11.70		11.74				11.60		11.53	
8	52.93		53.16		− 0.23	7	345.62		345.67		+ 0.15
		11.16		10.75				10.93		10.78	
10	64.09		63.91		+ 0.18	9	334.89		334.89		0.00
		9.94		9.99				10.77		10.09	
12	74.00		73.90		+ 0.10	11	324.12		324.80		− 0.68
		9.06		9.22				8.76		9.35	
14	83.06		83.12		− 0.06	13	315.36		315.45		− 0.09
		8.69		8.63				8.62		8.65	
16	91.75		91.75		0.00	15	306.74		306.80		− 0.06
		8.26		8.19				7.87		8.02	
18	100.01		99.94		+ 0.07	17	298.87		298.78		+ 0.09
		7.68		7.73				7.72		7.63	
20	107.69		107.69		0.00	19	291.15		291.15		0.00

Definitive Ladung: 198.42.

Tabelle B.

N:o	*Q*	*Q* verb.	Diff.	ΔQ	$\Delta_1 y$	$\Delta_2 y$
0	—	194.90		3.52		
			0.36		− 80	+ 14
1	195.29	195.26		3.16		
			0.31		69	13
2	195.58	195.57		2.85		
			0.24		53	11
3	195.81	195.81		2.61		
			0.21		47	10
4	196.01	196.02		2.40		
			0.19		42	10
5	196.21	196.21		2.21		
			0.17		38	9
6	196.38	196.38		2.04		
			0.14		31	9
7	196.54	196.52		1.90		
			0.11		24	8
8	196.67	196.63		1.79		
			0.10		22	7
9	196.77	196.73		1.69		
			0.09		20	7
10	196.86	196.82		1.60		
			0.08		18	7

N:o	ϑ	ϑ verb.	Diff.	$\vartheta\,\Delta$	$\Delta_1\gamma$	$\Delta_2\gamma$
10	196.86	196.82	0.08	1.60	18	7
11	196.90	196.90	0.08	1.52	18	6
12	196.97	196.98	0.07	1.44	15	6
13	197.03	197.05	0.08	1.37	18	6
14	197.08	197.13	0.07	1.29	15	5
15	197.16	197.20	0.08	1.22	18	5
16	197.23	197.28	0.07	1.14	15	5
17	197.35	197.35	0.08	1.07	18	4
18	197.44	197.43	0.08	0.99	18	4
19	197.52	197.51	0.07	0.91	15	4
20	—	197.58		0.84		

Tabelle C.

	$\pm(M_n - M_{n-1})$	Log $\pm(M_n - M_{n-1})$	Diff.	Mittel.	Reduction	Multipel von γ	γ
$M_1 - M_0$	382.90	2.58309	0.31955				
$M_{19} - M_{20}$	183.46	2.26354		0.30187	− 367	0.29820	0.01657
$M_1 - M_2$	367.87	2.56569	0.28418				
$M_{19} - M_{18}$	191.21	2.28151		0.26769	− 297	0.26472	0.01655
$M_3 - M_2$	354.56	2.54969	0.25119				
$M_{17} - M_{18}$	198.84	2.29850		0.23386	− 241	0.23145	0.01653
$M_3 - M_4$	340.84	2.53255	0.21652				
$M_{17} - M_{16}$	207.03	2.31603		0.20023	− 194	0.19829	0.01659
$M_5 - M_4$	328.45	2.51647	0.18393				
$M_{15} - M_{16}$	215.05	2.33254		0.16684	− 149	0.16535	0.01654
$M_5 - M_6$	315.78	2.49938	0.14975				
$M_{15} - M_{14}$	223.68	2.34963		0.13344	− 110	0.13234	0.01655
$M_7 - M_6$	304.25	2.48323	0.11712				
$M_{13} - M_{14}$	232.33	2.36611		0.10013	− 76	0.09937	0.01656
$M_7 - M_8$	292.51	2.46614	0.08313				
$M_{13} - M_{12}$	241.55	2.38301		0.06673	− 51	0.06622	0.01655
$M_9 - M_8$	281.73	2.44984	0.05034				
$M_{11} - M_{12}$	250.90	2.39950		0.03342	− 24	0.03318	0.01659
$M_9 - M_{10}$	270.98	2.43294	0.01649				
$M_{11} - M_{10}$	260.89	2.41645					
Definitives Decrement: $\gamma = 0.01655 \pm 0.5$.							

N:o 3.

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ.
TOM. XXVI. № 4.

AUS DEM GEBIETE

DER

KUGELFUNCTIONEN

VON

HJ. TALLQVIST.

(MITGETHEILT AM 20. FEBRUAR 1899).

Inhaltsangabe.

1. Die vorliegende Abhandlung zerfällt in zwei Abtheilungen. In der ersten Abtheilung werden die von einer Veränderlichen abhängenden Kugelfunctionen und abgeleiteten Kugelfunctionen, erster und zweiter Art, mittels geschlossener Ausdrücke, welche algebraische Functionen oder algebraische Functionen und Logarithmen enthalten, und mittels unendlicher Reihen dargestellt, für die Umgebung der ausgezeichneten Punkte der Ebene der complexen Veränderlichen. Die Grundlage der Untersuchung bilden die Differentialgleichung der Kugelfunctionen und die Differentialgleichung der abgeleiteten Kugelfunctionen. Die gegebenen Entwickelungen sind grösstentheils nicht neu, sondern bei HEINE, F. NEUMANN und C. NEUMANN zu finden, wie unten näher angegeben wird. Es ist aber zu bemerken, dass während F. NEUMANN die Kugelfunctionen zweiter Art in der Form gewisser bestimmter Integrale darstellt und einen wesentlichen Theil der Untersuchung auf diese Integrale basirt, wir dagegen auf die Anwendung der NEUMANNschen Integrale völlig verzichten und mit erheblich einfacheren Mitteln zum Ziele gelangen.

An einigen Stellen kommen im Folgenden hypergeometrische Reihen vor. Diese sind jedoch meistens nur der Uebersicht wegen hinzugefügt worden und könnten, wie man leicht sieht, aus der Darstellung völlig eliminirt werden, indem sie für die Hauptuntersuchung keine wesentliche Rolle spielen.

In der zweiten Abtheilung dieser Arbeit sind Formeln für die Lösung einiger Randwerthaufgaben der Potentialtheorie zusammengestellt. Es handelt sich um die Integration der Differentialgleichung $\triangle V = 0$, unter gewissen Stetigkeitsbedingungen, für den Raum innerhalb einer Kugelfläche, für den Raum ausserhalb einer Kugelfläche und für den Raum zwischen zwei concentrischen Kugelflächen, wenn die Werthe von V, oder von der Derivirten $\frac{\partial V}{\partial n}$ in die Richtung der innern Normale, oder von $\frac{\partial V}{\partial n} + hV$, worin h eine Constante ist, in der Begrenzungsfläche oder den Begrenzungsflächen vorgeschrieben sind. Es wird dabei durchgehend von Kugelfunctio-

nen und Reihenentwickelungen nach Kugelfunctionen Gebrauch gemacht. Ferner behandeln wir besonders diejenigen Fälle, in welchen die gegebenen Randwerthe cirkuläre Symmetrie in Bezug auf einen Diameter der Kugel aufweisen und diejenigen Fälle, in welchen keine cirkuläre Symmetrie vorhanden ist. Von den genannten Aufgaben ist die Lösung derjenigen erster Art, d. h. der Aufgaben, in welchen die Werthe von V selbst vorgeschrieben sind, längst bekannt, während erst in der letzten Zeit das Interesse sich den Aufgaben zweiter und dritter Art mehr zugewendet hat.

Einige Anwendungen der aufgestellten Formeln auf physikalische Aufgaben sind gemacht worden.

Erste Abtheilung.

Darstellung der Kugelfunctionen erster und zweiter Art mittels unendlicher Reihen und geschlossener Ausdrücke.

Differentialgleichung und Definition der Kugelfunctionen.

2. Wir definiren die Kugelfunctionen in hauptsächlicher Uebereinstimmung mit Herrn F. NEUMANN *).

Die Kugelfunctionen sind zwei partikuläre Integrale der von LEGENDRE aufgestellten Differentialgleichung

$$(1) \qquad (1-x^2)\frac{d^2z}{dx^2} - 2x\frac{dz}{dx} + n(n+1)z = 0,$$

oder, in ein wenig veränderter Form,

$$(2) \qquad \frac{d}{dx}\left\{(1-x^2)\frac{dz}{dx}\right\} + n(n+1)z = 0,$$

Es bedeutet n eine ganze, positive Zahl. Weil die Differentialgleichung (1), welche noch in die Form

$$(3) \qquad \frac{d^2z}{dx^2} - \frac{2x}{1-x^2}\frac{dz}{dx} + \frac{n(n+1)}{1-x^2}z = 0$$

gesetzt werden mag, eine lineare Differentialgleichung mit rationalen Coefficienten ist, ergeben sich unmittelbar als einzige Stellen in der Ebene der complexen Grösse x, welche singuläre Stellen der Integrale sein können, die folgenden: $x=1$, $x=-1$, $x=\infty$. Nebst diesen Stellen kommt oft die reguläre Stelle $x=0$ in Betracht.

Man nennt Kugelfunction erster Art und bezeichnet mit $P_n(x)$ ein partikuläres Integral der Differentialgleichung (1), welches für $x=1$ und $x=-1$ endlich bleibt, und für $x=\infty$ unendlich wird. Ferner nennt man Kugelfunction zweiter Art und bezeichnet mit $Q_n(x)$ ein Integral der Gl. (1), welches für $x=1$ und $x=-1$ unendlich wird und für $x=\infty$ verschwindet. Dass Integrale mit diesen Eigenschaften wirklich existiren, wird aus den Art. 5, 9 und 15 hervorgehen.

*) Vergleiche die Einleitung der Abhandlung von F. NEUMANN: Beiträge zur Theorie der Kugelfunctionen. Leipzig 1878.

Zur vollständigen Definition von $P_n(x)$ und $Q_n(x)$ gehört noch die Feststellung der multiplikativ auftretenden Constanten. Diese soll so gewählt werden, dass $P_n(1)$ gleich 1 wird, und dass $Q_n(x)$, welches für $x=1$ wie $C\log(x-1)$ unendlich wird, genau wie $-\log(x-1)$ unendlich werde.

Für $F_n(x)$ und $Q_n(x)$ lassen sich für die ganze Ebene gültige, geschlossene Ausdrücke aufstellen, und zwar ist $P_n(x)$ eine ganze rationale Function vom n:ten Grade. In dem Ausdrucke für $Q_n(x)$ treten keine höheren Transcendenten wie der natürliche Logarithmus auf.

3. Die s. g. abgeleiteten Kugelfunctionen erster und zweiter Art werden beziehungsweise durch die Gleichungen

$$P_{nj}(x) = (1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\frac{d^j P_n(x)}{dx^j} = (1-x^2)^{\frac{1}{2}j} P_n^{(j)}(x), \tag{4}$$

und

$$Q_{nj}(x) = (1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\frac{d^j Q_n(x)}{dx^j} = (1-x^2)^{\frac{1}{2}j} Q_n^{(j)}(x) \tag{5}$$

definirt. Diese Functionen sind partikuläre Integrale der Differentialgleichung

$$(1-x^2)^2\frac{d^2z}{dx^2} - 2x(1-x^2)\frac{dz}{dx} + \left\{n(n+1) - j^2 - n(n+1)x^2\right\}z = 0, \tag{6}$$

welcher auch die Form

$$\frac{d}{dx}\left\{(1-x^2)\frac{dz}{dx}\right\} + \left\{n(n+1) - \frac{j^2}{1-x^2}\right\}z = 0 \tag{7}$$

gegeben werden kann. Hierbei bedeuten n und j ganze positive Zahlen.

Die abgeleiteten Kugelfunctionen zweiter Art verschwinden für $x=\infty$ und werden unendlich gross für $x=1$ und $x=-1$ (Art. 27).

Die durch (4) definirten abgeleiteten Kugelfunctionen erster Art behalten eine Bedeutung nur so lange als j kleiner oder gleich n ist, wie man sieht, wenn man sich erinnert, dass $P_n(x)$ eine ganze rationale Function vom Grade n ist. Die Functionen $P_{nj}(x)$, wo $j \leqq n$ ist, bilden die erste Classe der abgeleiteten Kugelfunctionen erster Art.

Wenn $j > n$ ist, so besitzt die Differentialgleichung (6) zwei partikuläre Integrale, $S_{nj}(x)$ und $T_{nj}(x)$, von welchen $S_{nj}(x)$ für $x=-1$ verschwindet und für $x=1$ unendlich wird, während $T_{nj}(x)$ für $x=1$ verschwindet und für $x=-1$ unendlich wird (Art. 30). Die constanten Factoren in $S_{nj}(x)$ und $T_{nj}(x)$ lassen sich so wählen, dass die lineare Relation, welche zwischen $S_{nj}(x)$, $T_{nj}(x)$ und $Q_{nj}(x)$ bestehen muss, die Form

$$Q_{nj}(x) = S_{nj}(x) - T_{nj}(x) \tag{8}$$

annimmt.

Die Functionen $S_{nj}(x)$ und $T_{nj}(x)$ bilden die beiden Abtheilungen der abgeleiteten Kugelfunctionen erster Art und zweiter Classe.

Fundamentalsystem partikulärer Integrale der Differentialgleichung der Kugelfunctionen in der Umgebung von $x=0$. Geschlossene Ausdrücke für die Functionen $P_n(x)$ und $Q_n(x)$.

4. Weil die Stelle $x=0$ für die Integrale der Differentialgleichung (1) eine reguläre Stelle ist, müssen zwei von einander unabhängige partikuläre Integrale existiren, welche in Form von Reihen nach wachsenden positiven Potenzen von x darstellbar sind. Substituirt man in der That in der Differentialgleichung (1) eine Reihe von der Form

$$z = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \cdots + a_m x^m + \cdots,$$

so ergibt sich mittels eines bekannten Verfahrens das allgemeine Integral

$$z = a_0 \left\{1 - \frac{n(n+1)}{2!}x^2 + \frac{(n-2)n(n+1)(n+3)}{4!}x^4 - \cdots\right\}$$
$$+ a_1 \left\{x - \frac{(n-1)(n+2)}{3!}x^3 + \frac{(n-3)(n-1)(n+2)(n+4)}{5!}x^5 - \cdots\right\}$$

Wir führen die folgenden Bezeichnungen ein: *)

$$\mathfrak{R}_n(x) = 1 - \frac{n(n+1)}{2!}x^2 + \frac{(n-2)n(n+1)(n+3)}{4!}x^4 - \frac{(n-4)(n-2)n(n+1)(n+3)(n+5)}{6!}x^6 + \cdots, \tag{8}$$

$$\mathfrak{S}_n(x) = x - \frac{(n-1)(n+2)}{3!}x^3 + \frac{(n-3)(n-1)(n+2)(n+4)}{5!}x^5 - \frac{(n-5)(n-3)(n-1)(n+2)(n+4)(n+6)}{7!}x^7 + \cdots. \tag{9}$$

Dann bilden

$$\begin{cases} z_{01} = \mathfrak{R}_n(x), \\ z_{02} = \mathfrak{S}_n(x), \end{cases} \tag{10}$$

ein Fundamentalsystem partikulärer Integrale, welches innerhalb eines Kreises Bedeutung besitzt, dessen Mittelpunkt $x=0$ ist und welcher sich bis zum nächsten singulären Punkte erstreckt, d. h. hier wenigstens bis zum Einheitspunkte der x-Ebene.

---

*) F. Neumann, a. a. O. p. 57.

5. Von den beiden Reihen (8) und (9) ist die eine immer eine endliche Reihe, d. h. eine ganze rationale Function von x, und zwar $\mathfrak{R}_n(x)$, wenn n eine gerade Zahl ist, und $\mathfrak{S}_n(x)$, wenn n eine ungerade Zahl ist. Die ganze Function ist vom Grade n und stellt ein partikuläres Integral dar, welches natürlich in der ganzen Ebene Bedeutung hat. Dieses Integral ist, abgesehen von einem constanten Factor, die Kugelfunction erster Art. Wir setzen

$$P_n(x) = C_1 \mathfrak{R}_n(x), \tag{11}$$

wenn n gerade ist, und

$$P_n(x) = C_2 \mathfrak{S}_n(x), \tag{12}$$

wenn n ungerade ist. Die Constanten C_1 und C_2 könnten als aus den gewöhnlichen Darstellungen der Function $P_n(x)$ bekannt hingeschrieben werden. Um dieselben jedoch gemäss der im Art. 2 gestellten Bedingung $P_n(1) = 1$ unabhängig und ohne Weitläufigkeit zu bestimmen, bedienen wir uns der für die GAUSS'ische hypergeometrische Reihe

$$F(\alpha, \beta, \gamma, x) = 1 + \frac{\alpha\beta}{1\cdot\gamma}x + \frac{\alpha(\alpha+1)\beta(\beta+1)}{1\cdot 2\,\gamma(\gamma+1)}x^2 + \cdots \tag{13}$$

geltenden Formel

$$F(\alpha, \beta, \gamma, 1) = \frac{\Gamma(\gamma)\,\Gamma(\gamma-\alpha-\beta)}{\Gamma(\gamma-\alpha)\,\Gamma(\gamma-\beta)}, \tag{14}$$

welche voraussetzt, dass $\gamma - \alpha - \beta > 0$ ist, wenn α, β und γ reel sind und die Reihe eine unendliche ist, bei einer endlichen Reihe dagegen ohne Beschränkung angewandt werden kann. In dem letzten Falle kann es vorkommen, dass das rechte Glied von (14) in einer unbestimmten Form auftritt, deren wahrer Werth ermittelt werden muss.

Nach den Formeln (8) und (9) hat man

$$\mathfrak{R}_n(x) = F\left(-\frac{n}{2}, \frac{n+1}{2}, \frac{1}{2}, x^2\right) \tag{15}$$

$$\mathfrak{S}_n(x) = x\,F\left(-\frac{n-1}{2}, \frac{n+2}{2}, \frac{3}{2}, x^2\right). \tag{16}$$

Es möge jetzt die Bestimmung des Coefficienten C_1 der Gleichung (11) ausgeführt werden. In diesem Falle ist also n eine gerade Zahl. Man erhält aus (11) und (15), für $x = 1$,

$$\frac{1}{C_1}P_n(1) = \frac{1}{C_1} = F\left(-\frac{n}{2}, \frac{n+1}{2}, \frac{1}{2}, 1\right).$$

Versucht man aber die Werthe

$$\alpha = -\frac{n}{2}, \quad \beta = \frac{n+1}{2}, \quad \gamma = \frac{1}{2} \tag{17}$$

in die Formel (14) einzusetzen, so ergiebt sich eine unbestimmte Form $\frac{\infty}{\infty}$, indem $\gamma-\alpha-\beta$ gleich 0 und $\gamma-\beta$ eine negative ganze Zahl ist. Für die Berechnung des wahren Werthes von

$$\frac{1}{C_1}=\frac{\Gamma(\gamma)\,\Gamma(\gamma-\alpha-\beta)}{\Gamma(\gamma-\alpha)\,\Gamma(\gamma-\beta)} \tag{18}$$

zerlegen wir diesen Ausdruck in die beiden Factoren

$$\frac{\Gamma(\gamma)}{\Gamma(\gamma-\alpha)} \quad \text{und} \quad \frac{\Gamma(\gamma-\alpha-\beta)}{\Gamma(\gamma-\beta)} \tag{19}$$

und ziehen die bekannte Formel

$$\Gamma(y+k)=y\,(y+1)\,(y+2)\cdots(y+k-1)\,\Gamma(y), \tag{20}$$

worin k eine ganze positive Zahl ist, zu Hülfe.

Für den ersten Factor (19) ergiebt sich, indem die Werthe $y=\frac{1}{2}$, $k=\frac{n}{2}$ in der Formel (20) genommen werden,

$$\frac{\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{1+n}{2}\right)}=\frac{1}{\frac{1}{2}\,\frac{3}{2}\,\frac{5}{2}\cdots\frac{n-1}{2}}\,\frac{\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)}=\frac{2^{\frac{n}{2}}}{1\cdot3\cdot5\cdots(n-1)}. \tag{21}$$

In dem zweiten Factor (19) wird zunächst γ durch $\gamma+\varepsilon$ ersetzt, wobei ε eine kleine Grösse ist. Ferner benutzt man die Formel (20), für $y=-\frac{n}{2}+\varepsilon$, $k=\frac{n}{2}$, und erhält somit

$$\frac{\Gamma(\gamma-\alpha-\beta+\varepsilon)}{\Gamma(\gamma-\beta+\varepsilon)}=\frac{\Gamma(\varepsilon)}{\Gamma\left(-\frac{n}{2}+\varepsilon\right)}=(\varepsilon-1)\,(\varepsilon-2)\cdots\left(\varepsilon-\frac{n}{2}\right)\frac{\Gamma(\varepsilon)}{\Gamma(\varepsilon)}=(-1)^{\frac{n}{2}}(1-\varepsilon)\,(2-\varepsilon)\cdots\left(\frac{n}{2}-\varepsilon\right).$$

Nunmehr kann $\varepsilon=0$ gesetzt werden. Es ergiebt sich somit als wahrer Werth des zweiten Factors (19)

$$(-1)^{\frac{n}{2}}\,1\cdot2\cdot3\cdots\frac{n}{2}. \tag{22}$$

Aus (18), (21) und (22) folgt

$$\frac{1}{C_1}=(-1)^{\frac{n}{2}}\,\frac{2\cdot4\cdot6\cdots n}{1\cdot3\cdot5\cdots(n-1)}. \tag{23}$$

In analoger Weise leitet man ab

$$\frac{1}{C_2}=(-1)^{\frac{n-1}{2}}\,\frac{2\cdot4\cdot6\cdots(n-1)}{1\cdot3\cdot5\cdots n}. \tag{24}$$

Aus (23), (24), (11), (12), (8) und (9) ergiebt sich jetzt für die vollständige Bestimmung der Kugelfunction erster Art

$$(25)\quad P_n(x)=(-1)^{\frac{n}{2}}\frac{1\cdot3\cdot5\cdot\ldots\cdot(n-1)}{2\cdot4\cdot6\cdot\ldots\cdot n}\left\{1-\frac{n(n+1)}{2!}x^2+\frac{(n-2)n(n+1)(n+3)}{4!}x^4-\ldots\right\},$$

falls n gerade, und

$$(26)\quad P_n(x)=(-1)^{\frac{n-1}{2}}\frac{1\cdot3\cdot5\cdot\ldots\cdot n}{2\cdot4\cdot6\cdot\ldots\cdot(n-1)}\left\{x-\frac{(n-1)(n+2)}{3!}x^3+\right.$$
$$\left.+\frac{(n-3)(n-1)(n+2)(n+4)}{5!}x^5-\ldots\right\},$$

falls n ungerade.

6. Ordnet man die Reihen (25) und (26) nach absteigenden Potenzen von x, so bekommt man aus beiden dieselbe Entwickelung

$$(27)\quad P_n(x)=\frac{1\cdot3\cdot5\cdot\ldots\cdot(2n-1)}{n!}\left\{x^n-\frac{n(n-1)}{2(2n-1)}x^{n-2}+\frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{2\cdot4(2n-1)(2n-3)}x^{n-4}-\ldots\right\}.$$

Diese Reihe endet mit einem constanten Gliede oder mit einem die erste Potenz von x enthaltenden Gliede, je nachdem n gerade oder ungerade ist.

Mit Anwendung des Zeichens

$$\Pi(n)=1\cdot2\cdot3\cdot\ldots\cdot n=n!=\Gamma(n+1),$$

wobei

$$\Pi(0)=1$$

zu nehmen ist, kann die Formel (27) auch in die Form

$$(28)\quad P_n(x)=\frac{\Pi(2n)}{2^n\Pi^2(n)}\left\{x^n-\frac{n(n-1)}{2(2n-1)}x^{n-2}+\frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{2\cdot4(2n-1)(2n-3)}x^{n-4}-\ldots\right\}$$

gesetzt werden.

Es ist

$$P_0(x)=1.$$

7. *Für ein gerades n ist $P_n(x)$ eine gerade Function von x, für ein ungerades n ist sie ein ungerade Function von x.*

Also ist mit Anwendung der Bezeichnungen $n=2\nu$ und $n=2\nu+1$ bez.

$$P_{2\nu}(-x)=P_{2\nu}(x),$$

$$P_{2\nu+1}(-x)=-P_{2\nu+1}(x),$$

allgemein

$$(29)\quad P_n(-x)=(-1)^n P_n(x).$$

Wir stellen unten einige ausgezeichnete Werthe der Function $P_n(x)$ zusammen, und bedienen uns dabei nöthigenfalls des Substitutionszeichens

$$\int^{a} f(x) = f(a),$$

$$\int_{a}^{b} f(x) = f(b) - f(a).$$

Diese Werthe ergeben sich aus (25), (26), (27) und (29):

(30) $$P_{2\nu}(0) = (-1)^{\nu} \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (2\nu - 1)}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdots 2\nu} \qquad (\nu = 1, 2, 3 \cdots)$$

(31) $$\int^{0} \frac{P_{2\nu+1}(x)}{x} = (-1)^{\nu} \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (2\nu + 1)}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdots 2\nu} \qquad (\nu = 0, 1, 2 \cdots).$$

(32) $$P_n(1) = 1; \qquad P_n(-1) = (-1)^n.$$

(33) $$\int^{\infty} \frac{P_n(x)}{x^n} = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (2n - 1)}{n!}. \qquad (n = 1, 2, 3 \cdots).$$

8. Die eine der Reihen (8) und (9) ist immer eine unendliche Reihe, welche innerhalb des Einheitskreises convergent ist. Die Kugelfunction zweiter Art $Q_n(x)$ fällt jedoch nicht mit dieser Reihe zusammen, sondern ist eine lineare Verbindung von den beiden Reihen, die jetzt aufgesucht werden soll. Zu diesem Zwecke leiten wir zuerst einen geschlossenen, für die ganze Ebene geltenden Ausdruck für $Q_n(x)$ her.

Wenn eine lineare Differentialgleichung zweiter Ordnung

(34) $$\frac{d^2z}{dx^2} + P\frac{dz}{dx} + Qz = 0$$

das partikuläre Integral

$$z = y$$

besitzt, so ist bekanntlich auch

(35) $$z = y \int \frac{e^{-\int P dx}}{y^2} dx$$

ein partikuläres Integral der Differentialgleichung *).

*) Aus

$$z'' + Pz' + Qz = 0,$$
$$y'' + Py' + Qy = 0$$

folgt ja

$$\frac{yz'' - zy''}{yz' - zy'} = \frac{d}{dx} \log(yz' - zy') = -P,$$

somit

$$yz' - zy' = e^{-\int P dx},$$
$$\frac{yz' - zy'}{y^2} = \frac{d}{dx}\left(\frac{z}{y}\right) = \frac{e^{-\int P dx}}{y^2},$$
$$z = y \int \frac{e^{-\int P dx}}{y^2} dx.$$

In der Gl. (1) hat man

$$P = -\frac{2x}{1-x^2} = \frac{d}{dx}\log(1-x^2).$$

Somit folgt

$$e^{-\int P dx} = \frac{C}{1-x^2}.$$

Nimmt man ferner in der Gleichung (35)

$$y = P_n(x),$$

so folgt

$$z = C P_n(x) \int^x \frac{dx}{P_n^2(x)(1-x^2)}. \tag{36}$$

Um hiervon zu $Q_n(x)$ zu gelangen, müssen die untere Grenze des Integrals und die Constante C angemessen bestimmt werden, mit Beachtung des im Art. 2 Hervorgehobenen.

Die untere Grenze des Integrals ist ∞, weil $Q_n(x)$ für $x = \infty$ verschwinden muss. Man hat also

$$Q_n(x) = C P_n(x) \int_\infty^x \frac{dx}{P_n^2(x)(1-x^2)}. \tag{37}$$

Die Constante C ergiebt sich bei Entwickelung nach Potenzen von $(x-1)$. Es ist

$$P_n(x) = 1 + c(x-1) + \cdots.$$

Hieraus folgt

$$\frac{1}{P_n^2(x)(1-x^2)} = -\frac{1}{2(x-1)}\Big((1 + c_1(x-1) + \cdots\Big)$$

und

$$Q_n(x) = -\frac{C}{2}\log(x-1) + C_1 + C_2(x-1) + \cdots.$$

Nach der Bestimmung auf p. 6 muss also

$$C = 2$$

sein, und es ist

$$Q_n(x) = 2P_n(x)\int_\infty^x \frac{dx}{P_n^2(x)(1-x^2)} = 2P_n(x)\int_x^\infty \frac{dx}{P_n^2(x)(x^2-1)}. \tag{38}$$

9. Der Integralausdruck (38) soll jetzt ausgeführt werden. Wir bezeichnen die n Wurzeln von $P_n(x)$ mit $\alpha_1, \alpha_2 \cdots \alpha_i \cdots \alpha_n$ und erhalten durch Zerlegung in Partialbrüche

$$\frac{1}{P_n^2(x)(1-x^2)} = \frac{1}{2(x+1)} - \frac{1}{2(x-1)} + \sum_1^n \frac{A_i}{(x-\alpha_i)^2} + \sum_1^n \frac{B_i}{x-\alpha_i}, \tag{39}$$

worin

(40) $$A_i = \int^{\alpha_i} \frac{(x-\alpha_i)^2}{P_n^2(x)(1-x^2)},$$

und

(41) $$B_i = \int^{\alpha_i} \frac{d}{dx}\left\{\frac{(x-\alpha_i)^2}{P_n^2(x)(1-x^2)}\right\}$$

sind.

Die Gleichung (39) vereinfacht sich jedoch, indem es sich beweisen lässt, dass sämmtliche B_i gleich Null sind. Setzt man nämlich, mit Weglassung der Kürze wegen des Index i,

$$P_n(x) = (x-\alpha)\,H(x),$$

worin $H(x)$ eine ganze rationale Function vom Grade $n-1$ ist, so erhält man

(42) $$B = \int^{\alpha} \frac{d}{dx}\left\{\frac{1}{H^2(x)(1-x^2)}\right\} = 2\int^{\alpha} \frac{(x^2-1)\,H'(x) + x\,H(x)}{H^3(x)(1-x^2)^2}.$$

Indem man ferner den Ausdruck $P_n(x) = (x-\alpha)\,H(x)$ in die Diff.-Gl. (1) einführt, bekommt man für $H(x)$ die Gl.

$$(1-x^2)\left\{(x-\alpha)\,H''(x) + 2\,H'(x)\right\} - 2x\left\{(x-\alpha)\,H'(x) + H(x)\right\} + n(n+1)(x-\alpha)\,H(x) = 0,$$

woraus für $x = \alpha$ hervorgeht:

$$\int^{\alpha}\left\{(x^2-1)\,H'(x) + x\,H(x)\right\} = 0.$$

Nach (42) ist somit

$$B_i = 0, \qquad (i = 1, 2, \cdots n)$$

Statt der Gl. (39) tritt jetzt die Gl.

(43) $$\frac{1}{P_n^2(x)(1-x^2)} = \frac{1}{2(x+1)} - \frac{1}{2(x-1)} + \sum_1^n \frac{A_i}{(x-\alpha_i)^2}.$$

Setzt man diesen Ausdruck in (38) ein und führt die Integration aus, so bekommt man

(44) $$Q_n(x) = P_n(x)\log\frac{x+1}{x-1} - 2\,P_n(x)\sum_1^n \frac{A_i}{x-\alpha_i}.$$

Das zweite Glied rechts ist eine ganze rationale Function vom Grade $n-1$. Dieselbe werde mit $R_n(x)$ bezeichnet. Dann ist also der gesuchte geschlossene Ausdruck für die Kugelfunction zweiter Art

(45) $$Q_n(x) = P_n(x)\log\frac{x+1}{x-1} + R_n(x).$$

Dieser Ausdruck zeigt, dass $Q_n(x)$ für $x = 1$ und $x = -1$ logaritmisch unendlich wird (vergl. Art. 2).

Man beachte, dass

(46) $$Q_0(x) = 2\int_\infty^x \frac{dx}{1-x^2} = \log\frac{x+1}{x-1}.$$

Für die Function $R_n(x)$ in (45), welche von den unbekannten Constanten A_i abhängt, muss noch ein völlig bestimmter Ausdruck hergestellt werden. Derselbe ergiebt sich folgenderweise. Durch Substitution des Ausdruckes (45) in die Differentialgleichung (1) findet man

$$\log\frac{x+1}{x-1}\cdot\left\{(1-x^2)\frac{d^2P_n}{dx^2} - 2x\frac{dP_n}{dx} + n(n+1)P_n\right\} + 4\frac{dP_n}{dx}$$
$$+\left\{(1-x^2)\frac{d^2R_n}{dx^2} - 2x\frac{dR_n}{dx} + n(n+1)R_n\right\} = 0,$$

somit, weil $P_n(x)$ ein partikuläres Integral der Gl. (1) ist, für $R_n(x)$ die Diff. gl.

(47) $$(1-x^2)\frac{d^2R_n}{dx^2} - 2x\frac{dR_n}{dx} + n(n+1)R_n = -4\frac{dP_n}{dx}.$$

$R_n(x)$ ist eine ganze rationale Function vom Grade $n-1$ und muss folglich in die Form

(48) $$R_n = a_1P_{n-1} + a_2P_{n-2} + \cdots + a_iP_{n-i} + \cdots + a_nP_0$$

gesetzt werden können, wo die Coefficienten a zu bestimmen sind. $\frac{dP_n}{dx}$ ist ebenfalls eine ganze rationale Function vom Grade $n-1$, und somit in der Form (48) darstellbar. Man hat

(49) $$\frac{dP_n}{dx} = (2n-1)P_{n-1} + (2n-5)P_{n-3} + (2n-9)P_{n-5} + \cdots\ ^*)$$

---

*) Diese in der Theorie der Kugelfunctionen öfters angewandte Formel lässt sich so herleiten. Es ist

$$(2n+1)P_n = \frac{dP_{n+1}}{dx} - \frac{dP_{n-1}}{dx} \qquad (n = 1, 2, 3\cdots),$$

wie man mit Hülfe der Ausdrücke (25) und (26) ohne Mühe direct verificirt. Somit folgt, in dem n mit $n-1$, $n-3$ u. s. w. ersetzt wird,

$$\frac{dP_n}{dx} = \frac{dP_{n-2}}{dx} + (2n-1)P_{n-1},$$
$$\frac{dP_{n-2}}{dx} = \frac{dP_{n-4}}{dx} + (2n-5)P_{n-3},$$
$$\frac{dP_{n-4}}{dx} = \frac{dP_{n-6}}{dx} + (2n-9)P_{n-5},$$

und durch Addition dieser Gleichungen die gesuchte Formel (49).

Setzt man jetzt die Ausdrücke (48) und (49) in die Gl. (47) ein, so muss sie durch angemessene Bestimmung der Coefficienten a zu einer identischen gemacht werden können. Weil P_{n-i} der Diff.-Gl.

$$(1-x^2)\frac{d^2 P_{n-i}}{dx^2} - 2x\frac{d P_{n-i}}{dx} + (n-i)(n-i+1) P_{n-i} = 0$$

genügt, bekommt man links in (47) als Factor von P_{n-i}

$$a_i\Big\{n(n+1) - (n-i)(n-i+1)\Big\} = a_i\, i\,(2n-i+1).$$

Für ein gerades i muss diese Grösse gleich Null sein, und somit $a_i = 0$, für ein ungerades i muss sie gleich $-4(2n-2i+1)$ sein; folglich ist

$$a_i = -\frac{4(2n-2i+1)}{i(2n-i+1)}.$$

Hieraus ergiebt sich endlich

$$\textbf{(50)} \qquad R_n(x) = -2\left\{\frac{2n-1}{1\cdot n}P_{n-1}(x) + \frac{2n-5}{3(n-1)}P_{n-3}(x) + \frac{2n-9}{5(n-2)}P_{n-5}(x) + \cdots\right\},$$

wo das letzte Klammerglied gleich $\dfrac{3P_1(x)}{(n-1)\left(\frac{n}{2}+1\right)}$ oder gleich $\dfrac{P_0(x)}{n\frac{n+1}{2}}$ ist, je nachdem n gerade oder ungerade ist.

Wir führen noch den schliesslichen Ausdruck für $Q_n(x)$ an:

$$\textbf{(51)} \qquad Q_n(x) = P_n(x)\log\frac{x+1}{x-1} - 2\left\{\frac{2n-1}{1\cdot n}P_{n-1}(x) + \frac{2n-5}{3(n-1)}P_{n-3}(x) + \frac{2n-9}{5(n-2)}P_{n-5}(x) + \cdots\right\},$$
$$(n = 1,\ 2,\ 3\cdots).$$

11. Es fragt sich nun, wie die Kugelfunction zweiter Art innerhalb des Einheitskreises der x-Ebene sich mittelst der Reihen $\mathfrak{R}_n(x)$ und $\mathfrak{S}_n(x)$ ausdrücken lässt.

Zwischen den drei partikulären Integralen $\mathfrak{R}_n(x)$, $\mathfrak{S}_n(x)$ und $Q_n(x)$ besteht eine lineare Relation

(52) $$Q_n(x) = A\,\mathfrak{R}_n(x) + B\,\mathfrak{S}_n(x),$$

wo A und B Constanten bedeuten. Differentiirt man (52) ein Mal, so bekommt man

(53) $$Q_n'(x) = A\,\mathfrak{R}_n'(x) + B\,\mathfrak{S}_n'(x),$$

und setzt man jetzt in den Gleichungen (52) und (53) $x = 0$, so ergiebt sich, mit Beachtung der Ausdrücke (8) und (9),

$$A = Q_n(0); \qquad B = Q_n'(0).$$

Also ist

(54) $$Q_n(x) = Q_n(0)\,\mathfrak{R}_n(x) + Q_n'(0)\,\mathfrak{S}_n(x).$$

Die Grössen $Q_n(0)$ und $Q_n'(0)$ sollen jetzt berechnet werden. Hierbei sind zwei älle von einander zu unterscheiden.

Erster Fall: n ist gerade.

Es ergiebt sich $Q_n(0)$ unmittelbar aus der Formel (51), worin die Kugelfunctionen erster Art mit ungeradem Index verschwinden, und zwar erhält man für $Q_n(0)$ den rein imaginären Werth

$$Q_n(0) = -P_n(0)\log(-1), \quad (55\,a)$$ *)

und mit Anwendung von (30) weiter

$$Q_n(0) = -(-1)^{\frac{n}{2}}\frac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(n-1)}{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot n}\log(-1). \quad (55\,b)$$

Die Constante $Q_n'(0)$ bestimmt man am einfachsten mit Hülfe des Ausdruckes (38). Es wird zuerst

$$\frac{1}{P_n^{\,2}(x)(1-x^2)}$$

nach Potenzen von x entwickelt,

$$\frac{1}{P_n^{\,2}(x)(1-x^2)} = \frac{1}{P_n^{\,2}(0)} + c\,x^2 + \cdots,$$

ferner wird integrirt,

$$\int^x \frac{dx}{P_n^{\,2}(x)(1-x^2)} = c_1 + \frac{x}{P_n^{\,2}(0)} + c_2 x^3 + \cdots,$$

und mit $2P_n(x) = 2P_n(0) + a_1 x^2 + \cdots$ multiplicirt. Somit folgt

$$Q_n(x) = b_0 + \frac{2}{P_n(0)}x + b_2 x^2 + \cdots.$$

Also ist die gesuchte Grösse $Q_n'(0)$ reel und gleich

$$Q_n'(0) = \frac{2}{P_n(0)} = (-1)^{\frac{n}{2}}\,2\,\frac{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot n}{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(n-1)}. \quad (56)$$

Zweiter Fall: n ist ungerade.

In diesem Falle ergiebt sich $Q_n'(0)$ mittelst der Formel (51), indem man differentiirt und nachher $x=0$ setzt. Man findet, mit Beachtung auch von (31),

$$Q_n'(0) = -P_n'(0)\log(-1) = (-1)^{\frac{n+1}{2}}\,\frac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot n}{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot(n-1)}\log(-1). \quad (57)$$

$Q_n'(0)$ ist folglich rein imaginär.

*) Man beachte, dass $\log\frac{x+1}{x-1}$ in die Form $\log(x+1) - \log(x-1)$ aufgelöst werde.

$Q_n(0)$ wird mittelst der Formel (38) folgenderweise berechnet:

$$\frac{1}{P_n^{\,2}(x)(1-x^2)} = \frac{1}{P_n'^{\,2}(0)}\frac{1}{x^2} + c_0 + c_1 x^2 + \cdots,$$

$$\int^x \frac{dx}{P_n^{\,2}(x)(1-x^2)} = -\frac{1}{P_n'^{\,2}(0)}\frac{1}{x} + c + c_0 x + c_2 x^3 + \cdots,$$

$$Q_n(x) = \left\{2\,P_n'(0)\,x + a_1 x^3 + \cdots\right\}\left\{-\frac{1}{P_n'^{\,2}(0)}\frac{1}{x} + c + c_0 x + \cdots\right\} = -\frac{2}{P_n'(0)} + b_1 x + b_2 x^2 + \cdots.$$

Somit ist $Q_n(0)$ reel und hat den Werth

$$Q_n(0) = -\frac{2}{P_n'(0)} = (-1)^{\frac{n-1}{2}}\,2\,\frac{2\cdot 4\cdot 6\cdots(n-1)}{1\cdot 3\cdot 5\cdots n}. \tag{58}$$

Wir stellen unten die schliesslichen Ergebnisse der Untersuchungen in diesem Art. zusammen, und fügen zur Darstellung der Kugelfunction zweiter Art $Q_n(x)$ der Uebersicht wegen auch die Ausdrücke für die Kugelfunction erster Art bei.

n gerade $= 2, 4, 6\cdots$.

$$Q_n(x) = (-1)^{\frac{n}{2}}\left\{2\,\frac{2\cdot 4\cdot 6\cdots n}{1\cdot 3\cdot 5\cdots(n-1)}\,\mathfrak{S}_n(x) - \frac{1\cdot 3\cdot 5\cdots(n-1)}{2\cdot 4\cdot 6\cdots n}\log(-1)\,\mathfrak{R}_n(x)\right\}. \tag{59}$$

$$P_n(x) = (-1)^{\frac{n}{2}}\,\frac{1\cdot 3\cdot 5\cdots(n-1)}{2\cdot 4\cdot 6\cdots n}\,\mathfrak{R}_n(x). \tag{60}$$

n ungerade $= 1, 3, 5\cdots$.

$$Q_n(x) = (-1)^{\frac{n+1}{2}}\left\{2\,\frac{2\cdot 4\cdot 6\cdots(n-1)}{1\cdot 3\cdot 5\cdots n}\,\mathfrak{R}_n(x) + \frac{1\cdot 3\cdot 5\cdots n}{2\cdot 4\cdot 6\cdots(n-1)}\log(-1)\,\mathfrak{S}_n(x)\right\}. \tag{61}$$

$$P_n(x) = (-1)^{\frac{n-1}{2}}\,\frac{1\cdot 3\cdot 5\cdots n}{2\cdot 4\cdot 6\cdots(n-1)}\,\mathfrak{S}_n(x). \tag{62}$$

12. Der Ausdruck (51) zeigt, dass $Q_n(x)$ eine unendlich vieldeutige Function von x ist, und zwar unterscheiden sich sämmtliche Functionswerthe, welche demselben Werthe von x angehören, durch ganze Vielfache von $2\pi i\,P_n(x)$. Geht man von einem bestimmten Anfangswerthe von $Q_n(x)$ aus und lässt x einmal den singulären Punkt 1 in positivem Sinne umkreisen und zu dem Ausgangspunkte zurückkehren, so wächst $Q_n(x)$ um $-2\pi i\,P_n(x)$. Einem einmaligen Umkreisen im positiven Sinne um den zweiten singulären Punkt -1 entspricht die Zunahme von $Q_n(x)$ mit $2\pi i\,P_n(x)$.

Geht man von den Ausdrücken (38) aus, so kommt die Vieldeutigkeit zu Stande durch verschiedene Wahl des Integrationsweges. Es unterliegt keiner

Schwierigkeit nach dem eben Gesagten die Veränderung von $Q_n(x)$ längs einem beliebigen geschlossenen Integrationswege zu bestimmen.

Es sei noch bemerkt, dass der rein imaginäre Theil von $Q_n(x)$ für reelle Werthe von x eine ungerade Vielfache von $\pi i\, P_n(x)$ ist, wenn x zwischen -1 und $+1$ liegt, und eine gerade Vielfache derselben Grösse ist, wenn der absolute Betrag von x grösser als 1 ist. Somit existiren stetig auf einander folgende reelle Werthe von $Q_n(x)$ für reelle Werthe von x, nur wenn $-\infty < x < 1$ oder $1 < x < \infty$ ist. *)

Die vieldeutige Function $Q_n(x)$ soll jetzt zu einer eindeutigen Function verwandelt werden. Zu diesem Zwecke führt man in der x-Ebene einen RIEMANNschen Schnitt längs der Axe des Reellen, vom Punkte -1 zum Punkte $+1$, und stellt ausserdem fest, dass $Q_n(x)$ in den Theilen der Axe des Reellen, wo $|x| > 1$ ist, nur reelle Werthe annehmen darf, was nach dem oben Gefundenen immer möglich ist.

$Q_n(x)$ ändert sich in der ganzen Ebene stetig, ausgenommen in den Punkten -1 und $+1$ und beim Ueberschreiten des Querschnittes. Geschieht das Ueberschreiten von der oberen (positiven) Halbebene zur unteren (negativen) Halbebene durch den Werth x, so wächst $Q_n(x)$ plötzlich um $2\pi i\, P_n(x)$.

Wir unterscheiden die beiden x-Werthe an den Ufern des Querschnittes nöthigenfalls durch die Bezeichnungen $x + 0 \cdot i$ und $x - 0 \cdot i$.

13. Der Werth von $\log(-1) = (2p+1)\pi i$ im Art. 11 kann jetzt näher festgestellt werden, und zwar hat man überall $\log(-1) = \pm \pi i$, wo das obere oder untere Zeichen zu nehmen ist, je nachdem x in der oberen oder unteren Halbebene sich befindet (selbstverständlich innerhalb des Einhetskreises). Also ist

falls n gerade $= 2, 4, 6 \cdots$

$$(63) \qquad Q_n(x) = (-1)^{\frac{n}{2}} \left\{ 2 \frac{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdots n}{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (n-1)} \mathfrak{S}_n(x) \mp \pi i \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (n-1)}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdots n} \mathfrak{K}_n(x) \right\},$$

und falls n ungerade $= 1, 3, 5 \cdots$

$$(64) \qquad Q_n(x) = (-1)^{\frac{n+1}{2}} \left\{ 2 \frac{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdots (n-1)}{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots n} \mathfrak{K}_n(x) \pm \pi i \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots n}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdots (n-1)} \mathfrak{S}_n(x) \right\}.$$

In den Formeln (63) und (64) wird das obere Zeichen in dem positiven, das untere in dem negativen Theile des Einheitskreises genommen.

---

*) Es verdient bemerkt zu werden, dass $Q_n(x)$ auch in einzelnen Punkten des zwischen -1 und $+1$ liegenden Stückes der Axe des Reellen reelle Werthe annimmt, und zwar in den Wurzelpunkten von $P_n(x) = 0$. Man vergleiche auch die Berechnung der Werthe $Q_n(0)$ im Art. 11.

Mit HEINE nennt man den aritmetischen Mittelwerth der Werthe von $Q_n(x)$ in zwei gegenüber liegenden Uferpunkten Werth in dem Querschnitte selbst*). Wir bezeichnen den Werth im Querschnitte, welcher immer reel ist, mit $\overline{Q}_n(x)$, und haben somit

falls n gerade $= 2, 4, 6 \cdots$

$$\overline{Q}_n(x) = (-1)^{\frac{n}{2}} 2 \frac{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdots n}{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (n-1)} \mathfrak{S}_n(x), \tag{65}$$

und falls n ungerade $= 1, 3, 5 \cdots$

$$\overline{Q}_n(x) = (-1)^{\frac{n+1}{2}} 2 \frac{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdots (n-1)}{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots n} \mathfrak{K}_n(x). \tag{66}$$

14. Wir stellen in diesem Art. einige ausgezeichnete Werthe von $Q_n(x)$ und $Q_n'(x)$ zusammen, und fügen auch diejenige Formel zu, welche die Art des Nullwerdens von $Q_n(x)$ für $x = \infty$ angiebt, obgleich dieselbe erst im Art. 15 hergeleitet wird.

$Q_n(x)$ ist eine gerade Function, falls n ungerade, und eine ungerade Function, falls n gerade.

$$\begin{cases} Q_{2\nu}(-x) = -Q_{2\nu}(x), \\ Q_{2\nu+1}(-x) = Q_{2\nu+1}(x), \end{cases} \tag{67}$$

allgemein

$$Q_n(-x) = (-1)^{n+1} Q_n(x). \tag{68}$$

(69) falls n gerade.

$$\begin{cases} Q_n(\pm 0 \cdot i) = \mp (-1)^{\frac{n}{2}} \pi i \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (n-1)}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdots n} = \mp (-1)^{\frac{n}{2}} \pi i \frac{\Pi(n-1)}{2^{n-1} \Pi\left(\frac{1}{2}n\right) \Pi\left(\frac{1}{2}n-1\right)}, \\ \overline{Q}_n(0) = 0, \\ Q_n'(\pm 0 \cdot i) = \overline{Q}_n'(0) = (-1)^{\frac{n}{2}} 2 \frac{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdots n}{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (n-1)} = (-1)^{\frac{n}{2}} 2^n \frac{\Pi\left(\frac{1}{2}n\right) \Pi\left(\frac{1}{2}n-1\right)}{\Pi(n-1)}. \end{cases}$$

(70) falls n ungerade.

$$\begin{cases} Q_n(\pm 0 \cdot i) = \overline{Q}_n(0) = (-1)^{\frac{n+1}{2}} 2 \frac{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdots (n-1)}{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots n} = (-1)^{\frac{n+1}{2}} 2^n \frac{\Pi^2\left(\frac{1}{2}(n-1)\right)}{\Pi n}, \\ Q_n'(\pm 0 \cdot i) = \pm (-1)^{\frac{n+1}{2}} \pi i \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots n}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdots (n-1)} = \pm (-1)^{\frac{n+1}{2}} \pi i \frac{\Pi n}{2^{n-1} \Pi^2\left(\frac{1}{2}(n-1)\right)}, \\ \overline{Q}'(0) = 0. \end{cases}$$

---

*) Handbuch der Kugelfunctionen. Zweite Auflage, p. 128. Die übrigen Werthe heissen nach HEINE Werthe ausserhalb des Querschnittes.

$$\int^{1} \frac{Q_n(x)}{\log(x-1)} = -1; \quad \int^{-1} \frac{Q_n(x)}{\log(x+1)} = (-1)^n. \tag{71}$$

$$\int^{\infty} x^{n+1} Q_n(x) = 2\frac{n!}{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n+1)} = 2^{n+1}\frac{\Pi^2(n)}{\Pi(2n+1)}. \tag{72}$$

Fundamentalsystem partikulärer Integrale der Differentialgleichung der Kugelfunctionen in der Umgebung von $x = \infty$.

15. Man erhält nunmehr ohne Mühe ein Fundamentalsystem partikulärer Integrale der Differentialgleichung (1) für die Umgebung des Punktes $x = \infty$, d. h. hier für den ausserhalb des Einheitskreises gelegenen Theil der x-Ebene, ohne die Differentialgleichung durch die Substituton $x = \frac{1}{u}$ transformiren zu brauchen.

Als ein partikuläres Integral haben wir natürlich $C P_n(x)$, wo C eine beliebige Constante ist, und zwar gilt dieses Integral für die ganze Ebene. Wir nehmen nach (27)

$$z_{\infty 1} = x^n - \frac{n(n-1)}{2(2n-1)} x^{n-2} + \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{2\cdot 4\cdot(2n-1)(2n-3)} x^{n-4} - \cdots. \tag{73}$$

Weil die Differentialgleichung (1) ungeändert bleibt, wenn n mit $-(n+1)$ ersetzt wird, muss aus dem allgemeinen Gliede der Reihe (73) durch dieselbe Substitution sich ein allgemeines Glied einer Reihe ergeben, welche ebenfalls der Differentialgleichung genügt. Es handelt sich um das Anfangsglied dieser Reihe. Setzt man in (1) $z = \frac{1}{x^r}$, so erhält man die determinirende Gleichung

$$r(r-1) - n(n+1) = 0,$$

mit den Wurzeln

$$r = -n \quad \text{und} \quad r = n+1.$$

Das gesuchte Anfangsglied enthält somit die Potenz $x^{-(n+1)}$, d. h. es entsteht aus dem Anfangsgliede von (73). Man hat folglich als zweites partikuläres Integral

$$z_{\infty 2} = \frac{1}{x^{n+1}} + \frac{(n+1)(n+2)}{2(2n+3)} \frac{1}{x^{n+3}} + \frac{(n+1)(n+2)(n+3)(n+4)}{2\cdot 4(2n+3)(2n+5)} \frac{1}{x^{n+5}} + \cdots, \tag{74}$$

wobei zugleich bemerkt werden darf, dass die Reihe (74) eine unendliche Reihe ist, während (73) eine endliche Reihe darstellt.

Die Functionen $P_n(x)$ und $Q_n(x)$ sollen jetzt mittels der Reihen (73) und (74) ausgedrückt werden. Es ist

(75) $$P_n(x) = \frac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n-1)}{n!} z_{\infty 1},$$

(76) .... $$Q_n(x) = 2\frac{n!}{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n+1)} z_{\infty 2}.$$

Die Constante in der Formel (75) folgt unmittelbar aus (27), die Constante in (76) berechnet man am einfachsten aus der Integraldarstellung (38) von $Q_n(x)$. Man hat nämlich, wenn man für einen Augenblick die Bezeichnung

$$C_0 = \frac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n-1)}{n!}$$

anwendet,

$$P_n(x) = C_0 x^n\left(1 + c_1\frac{1}{x^2} + \cdots\right),$$

$$\frac{1}{P_n^2(x)(1-x^2)} = -\frac{1}{C_0^2}\frac{1}{x^{2n+2}} + \frac{C_2}{x^{2n+4}} + \cdots$$

$$\int_\infty^x \frac{dx}{P_n^2(x)(1-x^2)} = \frac{1}{C_0^2(2n+1)}\frac{1}{x^{2n+1}} + \frac{C_3}{x^{2n+3}} + \cdots.$$

$$Q_n(x) = \frac{2}{C_0(2n+1)}\frac{1}{x^{n+1}} + \frac{a}{x^{n+3}} + \cdots,$$

somit

(72) $$\int^\infty x^{n+1} Q_n(x) = 2\frac{n!}{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n+1)},$$

wie schon im Art. 14 angegeben wurde.

Die vollständige Formel (76) ist

(77) $$Q_n(x) = 2\frac{n!}{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n+1)}\left\{\frac{1}{x^{n+1}} + \frac{(n+1)(n+2)}{2(2n+3)}\frac{1}{x^{n+3}} + \right.$$
$$\left. + \frac{(n+1)(n+2)(n+3)(n+4)}{2\cdot 4(2n+3)(2n+5)}\frac{1}{x^{n+5}} + \cdots\right\}.$$

Fundamentalsysteme partikulärer Integrale der Differentialgleichung der Kugelfunctionen in den Umgebungen von $x = 1$ und $x = -1$.

16. Die Differentialgleichung (1) werde durch die Substitution

$$x = 1 + y, \qquad y = x - 1$$

transformirt. Dabei ergiebt sich

(78) $$y(2+y)\frac{d^2z}{dy^2} + 2(1+y)\frac{dz}{dy} - n(n+1)z = 0.$$

Diese Differentialgleichung besitzt in der Umgebung von $y = 0$ die beiden partikulären Integrale

(79) $$z_{11} = P_n(1+y) = 1 + a_1 y + a_2 y^2 + \cdots,$$

(80) $$z_{12} = Q_n(1+y) = -P_n(1+y)\cdot\log y + P_n(1+y)\cdot\log(2+y) + R_n(1+y) = \\ = -\left\{1 + a_1 y + a_2 y^2 + \cdots\right\}\log y + b_0 + b_1 y + b_2 y^2 + \cdots.$$

Die Coefficienten a ergeben sich ohne jede Schwierigkeit nach der gewöhnlichen Methode. Man erhält folgende endliche Reihenentwickelung, worin y wieder mit $x-1$ ersetzt worden ist,

(81) $$P_n(x) = 1 + \frac{n(n+1)}{1^2}\frac{x-1}{2} + \frac{(n-1)n(n+1)(n+2)}{(1\cdot 2)^2}\left(\frac{x-1}{2}\right)^2 + \cdots$$

Die Coefficienten b des Ausdruckes (80) folgen keinem einfachen Gesetze. Man leitet sie vielleicht am Besten direct aus (45) ab. Danach ist

$$Q_n(x) = -P_n(x)\log(x-1) + P_n(x)\log\left(2+(x-1)\right) + R_n(x),$$

und folglich

$$b_0 + b_1(x-1) + b_2(x-1)^2 + \cdots = \\ = \left\{P_n(1) + P_n'(1)(x-1) + P_n''(1)\frac{(x-1)^2}{2!} + \cdots\right\}\left\{\log 2 + \frac{x-1}{2} - \frac{1}{2}\left(\frac{x-1}{2}\right)^2 + \cdots\right\} + \\ + R_n(1) + R_n'(1)(x-1) + R_n''(1)\frac{(x-1)^2}{2!} + \cdots + R_n^{(n-1)}(1)\frac{(x-1)^{n-1}}{(n-1)!}.$$

Hieraus ergiebt sich

(82)
$$\begin{cases} b_0 = P_n(1)\log 2 + R_n(1), \\ b_1 = P_n'(1)\log 2 + \frac{1}{2}P_n(1) + R_n'(1), \\ b_2 = \frac{1}{2!}P_n''(1)\log 2 + \frac{1}{1}\frac{1}{2}P_n'(1) - \frac{1}{2}\frac{1}{2^2}P_n(1) + \frac{1}{2!}R_n''(1), \\ b_3 = \frac{1}{3!}P_n'''(1)\log 2 + \frac{1}{1}\frac{1}{2}\frac{1}{2!}P_n''(1) - \frac{1}{2}\frac{1}{2^2}P_n'(1) + \frac{1}{3}\frac{1}{2^3}P_n(1) + \frac{1}{3!}R_n'''(1), \\ b_4 = \frac{1}{4!}P_n^{(4)}(1)\log 2 + \frac{1}{1}\frac{1}{2}\frac{1}{3!}P_n''(1) - \frac{1}{2}\frac{1}{2^2}\frac{1}{2!}P_n''(1) + \frac{1}{3}\frac{1}{2^3}P_n'(1) - \frac{1}{4}\frac{1}{2^4}P_n(1) + \frac{1}{4!}R_n^{(4)}(1), \\ \cdots\cdots\cdots\

$$2(j+1)R_n^{(j+1)}(1) = (n-j)(n+j+1)R_n^{(j)}(1) + 4P_n^{(j+1)}(1).$$

Die Gleichung (1) giebt durch dieselbe Behandlung

$$2(j+1)P_n^{(j+1)}(1) = (n-j)(n+j+1)P_n^{(j)}(1). \tag{84}$$

Somit berechnet man die Rekursionsformel

$$R_n^{(j+1)}(1) = \frac{P_n^{(j+1)}(1)}{P_n^{(j)}(1)}\left\{R_n^{(j)}(1) + \frac{2}{j+1}P_n^{(j)}(1)\right\}. \tag{85}$$

Ferner erhält man hiermit die Werthe

$$\begin{cases} R_n'(1) = P_n'(1)\left\{R_n(1)+2\right\}, \\ R_n''(1) = P_n''(1)\left\{R_n(1)+3\right\}, \\ R_n'''(1) = P_n'''(1)\left\{R_n(1)+\frac{11}{3}\right\}, \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \end{cases} \tag{86}$$

und, mit Anwendung der Formel $R_i^{(i)}(1) = 0$,

$$\begin{cases} R_n'(1) = P_n'(1)\left\{R_n(1) - R_1(1)\right\}, \\ R_n''(1) = P_n''(1)\left\{R_n(1) - R_2(1)\right\}, \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \\ R_n^{(j)}(1) = P_n^{(j)}(1)\left\{R_n(1) - R_j(1)\right\}, \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \\ R_n^{(n-1)}(1) = P_n^{(n-1)}(1)\left\{R_n(1) - R_{n-1}(1)\right\}, \\ R_n^{(n+r)}(1) = 0 \qquad (r = 0,\ 1,\ 2\cdots). \end{cases} \tag{87}$$

Die Coefficienten b des Systems (82) erhalten jetzt die Werthe

$$\begin{cases} b_0 = \log 2 + R_n(1), \\ b_1 = \frac{1}{1!}P_n'(1)\left\{\log 2 + R_n(1) - R_1(1)\right\} + \frac{1}{2}P_n(1), \\ b_2 = \frac{1}{2!}P_n''(1)\left\{\log 2 + R_n(1) - R_2(1)\right\} + \frac{1}{1}\frac{1}{2}P_n'(1) - \frac{1}{2}\frac{1}{2^2}P_n(1), \\ b_3 = \frac{1}{3!}P_n'''(1)\left\{\log 2 + R_n(1) - R_3(1)\right\} + \frac{1}{1}\frac{1}{2}\frac{1}{2!}P_n''(1) - \frac{1}{2}\frac{1}{2^2}\frac{1}{1!}P_n'(1) + \frac{1}{3}\frac{1}{2^3}P_n(1), \\ b_4 = \frac{1}{4!}P_n^{(4)}(1)\left\{\log 2 + R_n(1) - R_4(1)\right\} + \frac{1}{1}\frac{1}{2}\frac{1}{3!}P_n'''(1) - \frac{1}{2}\frac{1}{2^2}\frac{1}{2!}P_n''(1) + \frac{1}{3}\frac{1}{2^3}\frac{1}{1!}P_n'(1) - \frac{1}{4}\frac{1}{2^4}P_n(1), \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \end{cases} \tag{88}$$

Die endgültige Formel für das zweite partikuläre Integral der Diff.-Gl. (1) in der Umgebung von $x=1$, welches innerhalb eines Kreises mit dem Mittelpunkte 1 und dem Radius 2 Bedeutung hat, ist

$$(89)\quad z_{12}=Q_n(x)=-\left\{1+\frac{n(n+1)}{1^2}\frac{(x-1)}{2}+\frac{(n-1)n(n+1)(n+2)}{(1\cdot 2)^2}\left(\frac{x-1}{2}\right)^2+\cdots\right\}\log(x-1)$$
$$+b_0+b_1(x-1)+b_2(x-1)^2+\cdots.$$

Für $\log(x-1)$ ist der Hauptwerth zu nehmen, d. h. in dem oberen Halbkreise ein zwischen 0 und πi gelegener rein imaginärer Theil und in dem unteren Halbkreise ein zwischen 0 und $-\pi i$ gelegener rein imaginärer Theil.

17. Aus (81) oder (84) ergeben sich die folgenden speciellen Werthe der Abgeleiteten von $P_n(x)$, für $x=1$.

$$(90)\quad \begin{cases} P_n(1)=1, \\ P_n'(1)=\dfrac{n(n+1)}{2}, \\ P_n''(1)=\dfrac{(n-1)n(n+1)(n+2)}{2\cdot 4}, \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ P_n^{(j)}(1)=\dfrac{(n-j+1)(n-j+2)\cdots(n+j-1)(n+j)}{2\cdot 4\cdot 6\cdots 2j} \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ P_n^{(n)}(1)=\dfrac{1\cdot 2\cdot 3\cdots(2n)}{2\cdot 4\cdot 6\cdots 2n}=1\cdot 3\cdot 5\cdots(2n-1). \\ P_n^{(n+r)}(1)=0; \qquad (r=1,\ 2,\ 3\cdots). \end{cases}$$

Hieraus folgt ferner, mit Anwendung der Formel

$$P_n^{(j)}(-x)=(-1)^{n+j}P_n^{(j)}(x); \qquad (j=0,\ 1,\ 2\cdots n),$$

das System der Werthe, für $x=-1$,

$$(91)\quad \begin{cases} P_n(-1)=(-1)^n, \\ P_n'(-1)=-(-1)^n\dfrac{n(n+1)}{2}, \\ P_n''(-1)=(-1)^n\dfrac{(n-1)n(n+1)(n+2)}{2\cdot 4}, \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ P_n^{(j)}(-1)=(-1)^{n+j}\dfrac{(n-j+1)(n-j+2)\cdots(n+j-1)(n+j)}{2\cdot 4\cdot 6\cdots 2j}, \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ P_n^{(n)}(-1)=1\cdot 3\cdot 5\cdots(2n-1). \\ P_n^{(n+r)}(-1)=0; \qquad (r=1,\ 2,\ 3\cdots). \end{cases}$$

18. Aus den Werthen (91) folgt unmittelbar die Entwickelung von $P_n(x)$ nach Potenzen von $x+1$, nämlich

$$(92)\qquad (-1)^n z_{-11} = P_n(x) = (-1)^n \left\{ 1 - \frac{n(n+1)}{1^2}\frac{x+1}{2} + \frac{(n-1)n(n+1)(n+2)}{(1\cdot 2)^2}\left(\frac{x+1}{2}\right)^2 - \cdots \right\}.$$

Dieselbe Entwickelung ergiebt sich aus (81), indem man bemerkt, dass die Differentialgleichung (1) ungeändert bleibt, wenn x mit $-x$ vertauscht wird, und dass $P_n(-1) = (-1)^n$ ist.

In analoger Weise leitet man aus (89) und (88) das für die Umgebung von $x = -1$ geltende zweite partikuläre Integral ab:

$$(93)\qquad (-1)^n z_{-12} = Q_n(x) = (-1)^n \left\{ 1 - \frac{n(n+1)}{1^2}\frac{x+1}{2} + \frac{(n-1)n(n+1)(n+2)}{(1\cdot 2)^2}\left(\frac{x+1}{2}\right)^2 - \cdots \right\} \log(x+1)$$
$$- (-1)^n \left\{ b_0 - b_1(x+1) + b_2(x+1)^2 - \cdots \right\},$$

wobei

$$(94)\qquad \begin{cases} b_0 = \log 2 \pm \pi i + R_n(1), \\ b_1 = P_n'(1)\left\{ \log 2 \pm \pi i + R_n(1) - R_1(1) \right\} + \frac{1}{2} P_n(1), \\ b_2 = \frac{1}{2!} P_n''(1)\left\{ \log 2 \pm \pi i + R_n(1) - R_2(1) \right\} + \frac{1}{1}\frac{1}{2} P_n'(1) - \frac{1}{2}\frac{1}{2^2} P_n(1), \\ b_3 = \frac{1}{3!} P_n'''(1)\left\{ \log 2 \pm \pi i + R_n(1) - R_3(1) \right\} + \frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2!} P_n''(1) - \frac{1}{2}\frac{1}{2^2}\frac{1}{1!} P_n'(1) + \frac{1}{3}\frac{1}{2^3} P_n(1), \\ \cdots\cdots\cdots\

Ordnung $n+1$ werden und somit durch angemessene Constantenbestimmung (mit Hülfe von (72)) mit $Q_n(x)$ identisch gemacht werden können. Es ist

$$(97)\qquad Q_n(x)=2\frac{n!}{1\cdot3\cdot5\cdots(2n+1)}\Big\{(x-1)^{-n-1}-2\frac{(n+1)^2}{1\cdot(2n+2)}(x-1)^{-n-2}+ \\ +2^2\frac{(n+1)^2(n+2)^2}{1\cdot2(2n+2)(2n+3)}(x-1)^{-n-3}-\cdots\Big\}$$

$$(98)\qquad Q_n(x)=2\frac{n!}{1\cdot3\cdot5\cdots(2n+1)}\Big\{(x+1)^{-n-1}+2\frac{(n+1)^2}{1\cdot(2n+2)}(x+1)^{-n-2}+ \\ +2^2\frac{(n+1)^2(n+2)^2}{1\cdot2(2n+2)(2n+3)}(x+1)^{-n-3}+\cdots\Big\}.$$

Beide Reihen enthalten unendlich viele Glieder und convergiren, erstere ausserhalb eines Kreises mit dem Mittelpunkte 1 und dem Radius 2, letztere ausserhalb eines Kreises mit dem Mittelpunkte -1 und dem Radius 2.

Für die Klammerausdrücke in (95), (96), (97) und (98), welche sämmtlich partikuläre Integrale der Differentialgleichung (1) sind, gebrauchen wir folgende Bezeichnungen

$$(99)\qquad \begin{cases} z_{1\infty1}=(x-1)^n+2\frac{n^2}{1\cdot2n}(x-1)^{n-1}+\cdots, \\ z_{1\infty2}=(x-1)^{-n-1}-2\frac{(n+1)^2}{1(2n+2)}(x-1)^{-n-2}+\cdots, \end{cases}$$

$$(100)\qquad \begin{cases} z_{-1\infty1}=(x+1)^n-2\frac{n^2}{1\cdot2n}(x+1)^{n-1}+\cdots, \\ z_{-1\infty2}=(x+1)^{-n-1}+2\frac{(n+1)^2}{1\cdot(2n+2)}(x+1)^{-n-2}+\cdots. \end{cases}$$

Relationen zwischen verschiedenen partikulären Integralen der Differentialgleichung (1).

Ausdrücke von $P_n(x)$ und $Q_n(x)$ mittels hypergeometrischer Reihen.

20. Wir stellen in diesem Art. die linearen Relationen zusammen, welche zwischen den im Vorhergehenden gefundenen partikulären Integralen

$$z_{01},\ z_{02},\ z_{\infty1},\ z_{\infty2},\ z_{11},\ z_{12},\ z_{-11},\ z_{-12},\ z_{1\infty1},\ z_{1\infty2},\ z_{-1\infty1},\ z_{-1\infty2}$$

bestehen. Diese Relationen ergeben sich unmittelbar, indem man zu den Functionen $P_n(x)$ und $Q_n(x)$ referirt. Es ist

für ein gerades n:

$$(101)\quad \begin{cases} z_{\infty 1} = (-1)^{\frac{n}{2}} \dfrac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(n-1)}{(n+1)(n+3)\cdot\cdots\cdot(2n-1)} z_{01}, \\ z_{\infty 2} = (-1)^{\frac{n}{2}} \left\{ \mp \dfrac{\pi i}{2} \dfrac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n+1)}{(2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot n)^2} z_{01} + \dfrac{(n+1)(n+3)\cdot\cdots\cdot(2n+1)}{1\cdot 3\cdots(n-1)} z_{02} \right\}. \end{cases}$$

$$(102)\quad \begin{cases} z_{11} = z_{-11} = (-1)^{\frac{n}{2}} \dfrac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(n-1)}{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot n} z_{01}, \\ z_{12} = z_{-12} = (-1)^{\frac{n}{2}} \left\{ \mp \pi i \dfrac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(n-1)}{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot n} z_{01} + 2 \dfrac{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot n}{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(n-1)} z_{02} \right\}. \end{cases}$$

$$(103)\quad \begin{cases} z_{1\infty 1} = z_{-1\infty 1} = z_{\infty 1}, \\ z_{1\infty 2} = z_{-1\infty 2} = z_{\infty 2}, \end{cases}$$

und für ein ungerades n:

$$(104)\quad \begin{cases} z_{\infty 1} = (-1)^{\frac{n-1}{2}} \dfrac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot n}{(n+2)(n+4)\cdot\cdots\cdot(2n-1)} z_{02}, \\ z_{\infty 2} = (-1)^{\frac{n+1}{2}} \left\{ \dfrac{(n+2)(n+4)\cdot\cdots\cdot(2n+1)}{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot n} z_{01} \pm \dfrac{\pi i}{2} \dfrac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n+1)}{(2\cdot 4\cdot 6\cdots(n-1))^2} z_{02} \right\}. \end{cases}$$

$$(105)\quad \begin{cases} z_{11} = -z_{-11} = (-1)^{\frac{n-1}{2}} \dfrac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot n}{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot(n-1)} z_{02}, \\ z_{12} = -z_{-12} = (-1)^{\frac{n+1}{2}} \left\{ 2 \dfrac{2\cdot 4\cdot 6\cdots(n-1)}{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot n} z_{01} \pm \pi i \dfrac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot n}{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot(n-1)} z_{02} \right\}. \end{cases}$$

$$(106)\quad \begin{cases} z_{1\infty 1} = z_{-1\infty 1} = z_{\infty 1}, \\ z_{1\infty 2} = z_{-1\infty 2} = z_{\infty 2}. \end{cases}$$

21. Weil die Differentialgleichung (1) nur drei singuläre Stellen besitzt, und zwar zwei wesentlich singuläre Stellen und eine unwesentlich singuläre Stelle, zu denen im Fuchs'schen Sinne reguläre Integrale gehören, so muss sie durch eine geeignete Substitution in die Differentialgleichung der hypergeometrischen Reihe

$$(107)\quad y(1-y)\frac{d^2z}{dy^2} + \left\{ \gamma - (\alpha+\beta+1)y \right\} \frac{dz}{dy} - \alpha\beta z = 0$$

übergehen. Es liegt nicht in dem Plane dieser Arbeit eine vollständige Theorie der Differentialgleichung der Kugelfunctionen als Specialfall der Differentialgleichung der hypergeometrischen Reihe zu geben, schon deshalb weil man bei der ersteren mit wesentlich einfacheren Hülfsmitteln zu Recht kommt als bei der letzteren, sondern wollen wir uns in dieser Hinsicht nur auf einige Bemerkungen beschränken.

Durch Anwendung der Substitution

$$x = 2y - 1; \qquad y = \frac{1+x}{2}, \tag{108}$$

welche die Werthe $x = -1,\ 1,\ \infty$ in $y = 0,\ 1,\ \infty$ bezw. verwandelt, geht die Diff.-Gl. (1) über in

$$y(1-y)\frac{d^2z}{dy^2} + (1-2y)\frac{dz}{dy} + n(n+1)z = 0. \tag{109}$$

Diese Gl. stimmt vollständig mit der Gl. (107) überein, wenn

$$\begin{cases} \alpha = n+1, \\ \beta = -n, \\ \gamma = 1, \end{cases} \tag{110}$$

genommen wird.

Die Wurzeldifferenzen der determinirenden Gleichungen von (109) sind

$$\begin{aligned} &1-\gamma = 0, \\ &\gamma-\alpha-\beta = 0, \\ &\beta-\alpha = -2n-1, \end{aligned}$$

somit sind zwei der Differenzen Null und die dritte ist eine ganze Zahl.

Man findet eine eingehende Behandlung der Differentialgleichung der hypergeometrischen Reihe in dem Falle, dass unter den Wurzeldifferenzen der determinirenden Gleichungen ganze Zahlen oder die Zahl Null vorkommen, in der Abhandlung von Herrn E. LINDELÖF: „Sur l'integration de l'équation différentielle de KUMMER" *) sowie einige weitere Beiträge in unserer Arbeit „Sur la répresentation conforme des aires planes" **). Herr LINDELÖF macht ausser von der hypergeometrischen Reihe $F(\alpha, \beta, \gamma, x)$ von einer zweiten Reihe $\mathfrak{F}(\alpha, \beta, \gamma, x)$ Gebrauch, in deren Ausdrucke eine gewisse transcendente Constante N vorkommt und für deren Definition wir auf die Abhandlung selbst verweisen müssen.

In dem hier vorkommenden Falle sind jedoch die in den oben genannten Abhandlungen gegebenen Formeln nicht zureichend für die Construction sämmtlicher Systeme partikulärer Integrale der Differentialgleichung (109) in den Umgebungen der singulären Stellen, und für die Bestimmung der Constanten in den linearen Relationen. Es verlieren nämlich die auftretende Constante $N = N(\alpha, \beta, 1)$ und die Reihe $\mathfrak{F}(\alpha, \beta, 1, y)$ ***) ihre Bedeutung, weil die eine der Constanten α und β eine negative ganze Zahl ist. Die ebenfalls auftretende Constante $C(\alpha, \alpha, \alpha - \beta + 1)$ ist

*) Acta Soc. Scient. Fenn. Tom. XIX № 1.

**) Acta Soc. Scient. Fenn. Tom. XX № 13.

***) LINDELÖF, a. a. O. p. 14, 15 und 23.

gleich Null und die Reihe $\mathfrak{F}\left(\alpha, \alpha, \alpha-\beta+1, \frac{1}{y}\right)$ reducirt sich zu einer gewöhnlichen (endlichen) hypergeometrischen Reihe. Ohne auf diejenigen Modificationen einzugehen, derer die Methode der Integration der Differentialgleichung der hypergeometrischen Reihe, bez. die Definition einer Reihe $\mathfrak{F}(\alpha, \beta, \gamma, x)$ in dem Falle bedarf, in welchem die Wurzeldifferenzen $1-\gamma$, $\gamma-\alpha-\beta$ und $\beta-\alpha$ ganze Zahlen und α oder β oder beide negative ganze Zahlen sind, stellen wir die folgenden Ausdrücke für $P_n(x)$ und $Q_n(x)$ mittels hypergeometrischer Reihen zusammen:

(111) $$P_n(x)=F\left(n+1,-n,1,\frac{1-x}{2}\right)=(-1)^n F\left(n+1,-n,1,\frac{1+x}{2}\right).$$

(112) $$P_n(x)=\frac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n-1)}{n!}(x-1)^n F\left(-n,-n,-2n,\frac{2}{1-x}\right)=$$
$$=\frac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n-1)}{n!}(x+1)^n F\left(-n,-n,-2n,\frac{2}{1+x}\right).$$

(113) $$Q_n(x)=2\frac{n!}{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n+1)}(x-1)^{-n-1} F\left(n+1,n+1,2n+2,\frac{2}{1-x}\right)=$$
$$=2\frac{n!}{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n+1)}(x+1)^{-n-1} F\left(n+1,n+1,2n+2,\frac{2}{1+x}\right).$$

(114) $$\begin{cases} P_n(x)=\dfrac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n-1)}{n!}x^n F\left(\dfrac{1-n}{2},-\dfrac{n}{2},\dfrac{1}{2}-n,\dfrac{1}{x^2}\right). \\ Q_n(x)=2\dfrac{n!}{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n+1)}x^{-n-1} F\left(\dfrac{n+1}{2},\dfrac{n}{2}+1,n+\dfrac{3}{2},\dfrac{1}{x^2}\right). \end{cases}$$

Man beachte auch die Ausdrücke (15) und (16).

Differentialgleichung der abgeleiteten Kugelfunctionen.

22. Es sei z ein Integral der Differentialgleichung der Kugelfunctionen

(1) $$(1-x^2)\frac{d^2z}{dx^2}-2x\frac{dz}{dx}+n(n+1)z=0.$$

und man bilde

(115) $$\eta=\frac{d^jz}{dx^j}=z^{(j)}.$$

Alsdann genügt η einer Differentialgleichung, welche aus (1) dadurch hervorgeht, dass man j Mal differentiirt und $\frac{d^js}{dx^j}$ mit η ersetzt. Diese Gleichung ist

(116) $$(1-x^2)\frac{d^2\eta}{dx^2}-2(j+1)x\frac{d\eta}{dx}+(n-j)(n+j+1)\eta=0.$$

Setzt man erner

(117) $$\zeta = (1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\,\eta\,,$$

so ergiebt sich die folgende Differentialgleichung für ζ:

(118) $$(1-x^2)^2\frac{d^2\zeta}{dx^2} - 2x(1-x^2)\frac{d\zeta}{dx} + \left\{n(n+1) - j^2 - n(n+1)x^2\right\}\zeta = 0\,,$$

d. h. die Differentialgleichung der s. g. abgeleiteten Kugelfunctionen (vergl. Art. 3).

Weil die Gl. (I) die Integrale $P_n(x)$ und $Q_n(x)$ hat, so hat die Gleichung (118) die Integrale

119) $$\begin{cases} P_{nj}(x) = (1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\,P_n^{(j)}(x)\,, \\ Q_{nj}(x) = (1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\,Q_n^{(j)}(x)\,, \end{cases}$$

von denen jedoch die erste $P_{nj}(x)$ nur so lange von Null verschieden bleibt, als j kleiner oder gleich n ist. Die Functionen $P_{nj}(x)$ sind nach Art. 3 die abgeleiteten Kugelfunctionen erster Art und erster Classe, die Functionen $Q_{nj}(x)$ die abgeleiteten Kugelfunctionen zweiter Art.

Für die Functionen $P_{nj}(x)$ und $Q_{nj}(x)$ können nur die Stellen $x=-1$, $x=1$ und $x=\infty$ singuläre Stellen sein, ohne dass jedoch alle diese Stellen es auf ein Mal sein müssen. Für ein ungerades j tritt in den Punkten $x=-1$ und $x=1$ eine Verzweigung von $P_{nj}(x)$ und $Q_{nj}(x)$ ein. Alsdann hat man sich die x-Ebene als eine RIEMANNsche Doppelebene zu denken, deren beide Blätter längs der geraden Linie von $x=-1$ bis $x=1$ mit einander zusammenhängen.

Wir behalten jedoch nur das eine Blatt mit dem Querschnitte von -1 bis $+1$ und nehmen für j ungerade $(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}$ auf der reellen Achse zwischen $+1$ und $+\infty$ positiv imaginär. Beim Ueberschreiten des Querschnittes multiplicirt sich diese Grösse mit $(-1)^j$.

Fundamentalsystem partikulärer Integrale der Differentialgleichung der abgeleiteten Kugelfunctionen in den Umgebungen von $x=0$, für $j \leqq n$.

23. Nach der gewöhnlichen Methode ergeben sich für die Umgebung von $x=0$ die folgenden partikulären Integrale von (116), welche zusammen ein Fundamentalsystem bilden, es sei $j \leqq n$ oder $j > n$,

(120) $$\mathfrak{R}_{nj}(x) = 1 + \frac{(j-n)(j+n+1)}{2!}x^2 + \frac{(j-n)(j-n+2)(j+n+1)(j+n+3)}{4!}x^4 + \cdots,$$

(121) $$\mathfrak{S}_{nj}(x) = x + \frac{(j-n+1)(j+n+2)}{3!}x^3 + \frac{(j-n+1)(j-n+3)(j+n+2)(j+n+4)}{5!}x^5 + \cdots.$$

Von diesen beiden Reihen ist die erste oder zweite eine endliche, je nachdem $n+j$ gerade oder ungerade ist.

24. Man erhält, indem man zuerst aus (25) und (26) durch j-malige Differentiation, wobei $j \leq n$ angenommen wird, die Werthe

$$(122)\quad \begin{cases} P_n^{(j)}(0) = (-1)^{\frac{n+j}{2}} \dfrac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(n+j-1)}{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot(n-j)}, & \text{falls } n \text{ gerade}, j \text{ gerade}, \\ P_n^{(j+1)}(0) = (-1)^{\frac{n+j+1}{2}} \dfrac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(n+j)}{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot(n-j-1)}, & \text{falls } n \text{ gerade}, j \text{ ungerade}, \\ P_n^{(j+1)}(0) = (-1)^{\frac{n+j-1}{2}} \dfrac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(n+j)}{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot(n-j-1)}, & \text{falls } n \text{ ungerade}, j \text{ gerade}, \\ P_n^{(j)}(0) = (-1)^{\frac{n+j-2}{2}} \dfrac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(n+j-1)}{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot(n-j)}, & \text{falls } n \text{ ungerade}, j \text{ ungerade} \end{cases}$$

ableitet, das folgende System zur Darstellung der abgeleiteten Kugelfunction erster Art und erster Classe:

(vorausgesetzt $j \leq n$)

$$(123)\quad \begin{cases} P_{nj}(x) = (-1)^{\frac{n+j}{2}} \dfrac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(n+j-1)}{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot(n-j)} (1-x^2)^{\frac{1}{2}j} \mathfrak{K}_{nj}(x), & \text{falls } n \text{ gerade}, j \text{ gerade}, \\ P_{nj}(x) = (-1)^{\frac{n+j+1}{2}} \dfrac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(n+j)}{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot(n-j-1)} (1-x^2)^{\frac{1}{2}j} \mathfrak{S}_{nj}(x), & \text{falls } n \text{ gerade}, j \text{ ungerade}, \\ P_{nj}(x) = (-1)^{\frac{n+j-1}{2}} \dfrac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(n+j)}{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot(n-j-1)} (1-x^2)^{\frac{1}{2}j} \mathfrak{S}_{nj}(x), & \text{falls } n \text{ ungerade}, j \text{ gerade}; \\ P_{nj}(x) = (-1)^{\frac{n+j-2}{2}} \dfrac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(n+j-1)}{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot(n-j)} (1-x^2)^{\frac{1}{2}j} \mathfrak{K}_{nj}(x), & \text{falls } n \text{ ungerade}, j \text{ ungerade}. \end{cases}$$

Die Producte $(1-x^2)^{\frac{1}{2}j} \mathfrak{K}_{nj}(x)$ und $(1-x^2)^{\frac{1}{2}j} \mathfrak{S}_{nj}(x)$ lassen sich natürlich in Reihen entwickeln, welche nach positiven, wachsenden Potenzen von x fortschreiten, am einfachsten durch Integration der Differentialgleichung (118) mittels Reihen. Wir verzichten jedoch auf die Darstellung dieser Reihen.

25. Zusammen mit einer Function $P_{nj}(x)$ bildet die entsprechende Function $Q_{nj}(x)$ ein Fundamentalsystem. Die Ausdrücke der Functionen $Q_{nj}(x)$ sind von der Form

$$(124)\qquad Q_{nj}(x) = (1-x^2)^{\frac{1}{2}j} \left\{ A\,\mathfrak{K}_{nj}(x) + B\,\mathfrak{S}_{nj}(x) \right\}.$$

Die Constanten A und B ergeben sich am einfachsten durch directe Differentiation der Ausdrücke (63) und (64). Man erhält

(vorausgesetzt $j \leqq n$)

$$(125)\quad \begin{cases} Q_{nj}(x) = (-1)^{\frac{n+j}{2}} (1-x^2)^{\frac{1}{2}j} \left\{ 2\frac{2\cdot 4\cdot 6\cdots(n+j)}{1\cdot 3\cdot 5\cdots(n-j-1)} \mathfrak{S}_{nj}(x) \mp \pi i \frac{1\cdot 3\cdot 5\cdots(n+j-1)}{2\cdot 4\cdot 6\cdots(n-j)} \mathfrak{R}_{nj}(x) \right\}, \\ \qquad\qquad \text{falls } n \text{ gerade, } j \text{ gerade.} \\ Q_{nj}(x) = (-1)^{\frac{n+j-1}{2}} (1-x^2)^{\frac{1}{2}j} \left\{ 2\frac{2\cdot 4\cdot 6\cdots(n+j-1)}{1\cdot 3\cdot 5\cdots(n-j)} \mathfrak{R}_{nj}(x) \pm \pi i \frac{1\cdot 3\cdot 5\cdots(n+j)}{2\cdot 4\cdot 6\cdots(n-j-1)} \mathfrak{S}_{nj}(x) \right\}, \\ \qquad\qquad \text{falls } n \text{ gerade, } j \text{ ungerade.} \\ Q_{nj}(x) = (-1)^{\frac{n+j+1}{2}} (1-x^2)^{\frac{1}{2}j} \left\{ 2\frac{2\cdot 4\cdot 6\cdots(n+j-1)}{1\cdot 3\cdot 5\cdots(n-j)} \mathfrak{R}_{nj}(x) \pm \pi i \frac{1\cdot 3\cdot 5\cdots(n+j)}{2\cdot 4\cdot 6\cdots(n-j-1)} \mathfrak{S}_{nj}(x) \right\}, \\ \qquad\qquad \text{falls } n \text{ ungerade, } j \text{ gerade.} \\ Q_{nj}(x) = (-1)^{\frac{n+j+2}{2}} (1-x^2)^{\frac{1}{2}j} \left\{ 2\frac{2\cdot 4\cdot 6\cdots(n+j)}{1\cdot 3\cdot 5\cdots(n-j-1)} \mathfrak{S}_{nj}(x) \mp \pi i \frac{1\cdot 3\cdot 5\cdots(n+j-1)}{2\cdot 4\cdot 6\cdots(n-j)} \mathfrak{R}_{nj}(x) \right\}, \\ \qquad\qquad \text{falls } n \text{ ungerade, } j \text{ ungerade.} \end{cases}$$

Das obere Zeichen für πi gilt oberhalb, das untere unterhalb der Strecke $-1 \cdots +1$. Ebenso wie im Art. 13 eine Function $\overline{Q}_n(x)$ im Querschnitte selbst eingeführt wurde, welche nur reelle Werthe annimmt, kann man hier eine Function $\overline{Q}_n^{(j)}(x)$ einführen. Man erhält $\overline{Q}_n^{j}(x)$ von den Ausdrücken für $Q_n^{(j)}(x)$, indem man das zweite Glied innerhalb der Klammern fortlässt. Dabei hat man

$$(126)\qquad \overline{Q}_n^{(j)}(x) = \frac{1}{2}\left\{ Q_n^{(j)}(x+0\cdot i) + Q_n^{(j)}(x-0\cdot i) \right\}.$$

26. Es ist $Q_n^{(j)}(x)$ eine gerade Function von x, wenn $n+j$ ungerade ist, und eine ungerade Function von x, wenn $n+j$ gerade ist.

$$(127)\qquad Q_n^{(j)}(-x) = (-1)^{n+j+1} Q_n^{(j)}(x).$$

Wir stellen jetzt die für $x=0$ sich ergebenden speciellen Werthe von $Q_{nj}(x)$, $Q_n^{(j)}(x)$, $Q_n^{(j+1)}(x)$, $\overline{Q}_n^{(j)}(x)$ und $\overline{Q}_n^{(j+1)}(x)$ zusammen.

(vorausgesetzt $j \leqq n$).

$$(128)\quad \begin{cases} Q_{nj}(\pm 0\cdot i) = Q_n^{(j)}(\pm 0\cdot i) = \mp(-1)^{\frac{n+j}{2}} \pi i \frac{1\cdot 3\cdot 5\cdots(n+j-1)}{2\cdot 4\cdot 6\cdots(n-j)}, & \text{falls } n \text{ gerade, } j \text{ gerade.} \\ (\pm 1)^j Q_{nj}(\pm 0\cdot i) = Q_n^{(j)}(\pm 0\cdot i) = (-1)^{\frac{n+j-1}{2}} 2\frac{2\cdot 4\cdot 6\cdots(n+j-1)}{1\cdot 3\cdot 5\cdots(n-j)}, & \text{falls } n \text{ gerade, } j \text{ ungerade.} \\ Q_{nj}(\pm 0\cdot i) = Q_n^{(j)}(\pm 0\cdot i) = (-1)^{\frac{n+j+1}{2}} 2\frac{2\cdot 4\cdot 6\cdots(n+j-1)}{1\cdot 3\cdot 5\cdots(n-j)}, & \text{falls } n \text{ ungerade, } j \text{ gerade.} \\ (\pm 1)^j Q_{nj}(\pm 0\cdot i) = Q_n^{(j)}(\pm 0\cdot i) = \mp(-1)^{\frac{n+j+2}{2}} \pi i \frac{1\cdot 3\cdot 5\cdots(n+j-1)}{2\cdot 4\cdot 6\cdots(n-j)}, & \text{falls } n \text{ ungerade, } j \text{ ungerade.} \end{cases}$$

$$(129)\quad \begin{cases} Q_n^{(j+1)}(\pm 0\cdot i) = (-1)^{\frac{n+j}{2}}\, 2\,\dfrac{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot(n+j)}{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(n-j-1)}, & \text{falls } n \text{ gerade}, j \text{ gerade}. \\ Q_n^{(j+1)}(\pm 0\cdot i) = \pm(-1)^{\frac{n+j-1}{2}}\,\pi i\,\dfrac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(n+j)}{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot(n-j-1)}, & \text{falls } n \text{ gerade}, j \text{ ungerade}. \\ Q_n^{(j+1)}(\pm 0\cdot i) = \pm(-1)^{\frac{n+j+1}{2}}\,\pi i\,\dfrac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(n+j)}{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot(n-j-1)}, & \text{falls } n \text{ ungerade}, j \text{ gerade}. \\ Q_n^{(j+1)}(\pm 0\cdot i) = (-1)^{\frac{n+j+2}{2}}\, 2\,\dfrac{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot(n+j)}{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(n-j-1)}, & \text{falls } n \text{ ungerade}, j \text{ ungerade}. \end{cases}$$

$$(130)\quad \begin{cases} \overline{Q}_n^{(j)}(0) = 0, & \text{falls } n+j \text{ gerade}, \\ \overline{Q}_n^{(j)}(0) = Q_n^{(j)}(\pm 0\cdot i), & \text{falls } n+j \text{ ungerade}. \end{cases}$$

$$(131)\quad \begin{cases} \overline{Q}_n^{(j+1)}(0) = Q_n^{(j+1)}(\pm 0\cdot i), & \text{falls } n+j \text{ gerade}, \\ \overline{Q}_n^{(j+1)}(0) = 0, & \text{falls } n+j \text{ ungerade}. \end{cases}$$

Abgeleitete Kugelfunctionen zweiter Art, für $j > n$.

27. Um zu den abgeleiteten Kugelfunctionen zweiter Art, für $j > n$, zu gelangen, stellen wir zuerst einige Betrachtungen über die Natur der abgeleiteten Kugelfunctionen zweiter Art, für $j \leqq n$ und $j > n$, an.

Es ist

$$(45)\quad Q_n(x) = P_n(x)\log\frac{x+1}{x-1} + R_n(x),$$

$$Q_{nj}(x) = (1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\, Q_n^{(j)}(x) = (1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\,\frac{d^j}{dx^j}\left\{ P_n(x)\log\frac{x+1}{x-1} + R_n(x)\right\}.$$

Für $j \leqq n$ enthält $Q_n^{(j)}(x)$ ein Glied

$$P_n^{(j)}(x)\log\frac{x+1}{x-1},$$

während die übrigen Glieder eine rationale Function bilden, mit den Unendlichkeitsstellen $x = -1$ und $x = 1$. Für $x = \infty$ wird $Q_n^{(j)}(x)$ Null von der Ordnung $n+j+1$, weil $Q_n(x)$ Null von der Ordnung $n+1$ wird (Art. 14), es sei $j \leqq n$ oder $j > n$. Für $j > n$ enthält $Q_n^{(j)}(x)$ kein logarithmisches Glied, da ja $P_n^{(n+r)}(x) \equiv 0$ für $r = 1, 2, 3\cdots$ ist. Man erhält somit folgende Sätze:

Falls $j \leqq n$ ist, so ist $Q_n^{(j)}(x)$ eine transcendente Function, welche für $x = -1$ und $x = 1$ unendlich gross von der Form

$$A_0\log(x+1) + \frac{A_1}{x+1} + \frac{A_2}{(x+1)^2} + \cdots + \frac{A_j}{(x+1)^j}$$

und

$$B_0 \log(x-1) + \frac{B_1}{x-1} + \frac{B_2}{(x-1)^2} + \cdots + \frac{B_j}{(x-1)^j}$$

bezw. wird.

Falls $j > n$ ist, so ist $Q_n^{(j)}(x)$ eine rationale Function, welche für $x = -1$ und $x = 1$ unendlich gross von der Ordnung j wird.

28. Es sei jetzt $j > n$. Weil $Q_n^{(j)}(x)$ eine rationale, und somit eine eindeutige Function ist, so hat man

$$Q_n^{(j)}(x) = \frac{d^j}{dx^j} \overline{Q}_n(x), \tag{132}$$

wobei die Werthe von x in $\overline{Q}_n(x)$ nicht nur als reel, sondern allgemein als komplex zu denken sind.

Nach den Formeln (65) und (66) ist $\overline{Q}_n(x)$ eine gerade oder eine ungerade Function, je nachdem n ungerade oder gerade ist. Folglich ist $Q_n^{(j)}(x)$ eine gerade oder ungerade Function, je nachdem $n+j$ ungerade oder gerade ist, wie schon im Art. 26 für $j \leqq n$ gefunden wurde. Weil aber $Q_n^{(j)}(x)$ jetzt eine rationale Function ist, so muss sie sich mit Hülfe der einen der Reihen $\mathfrak{R}_{nj}(x)$ und $\mathfrak{S}_{nj}(x)$ ausdrücken lassen, und zwar mit derjenigen Reihe, welche eine unendliche Anzahl von Gliedern enthält, d. h. mittels der Reihe $\mathfrak{R}_{nj}(x)$ für ein ungerades $n+j$ und mittels der Reihe $\mathfrak{S}_{nj}(x)$ für ein gerades $n+j$.

Für die vollständige Bestimmung von $Q_n^{(j)}(x)$ und $Q_{nj}(x)$ brauchen wir nur noch die Werthe $Q_n^{(j)}(0)$ und $Q_n^{(j+1)}(0)$. Dieselben ergeben sich durch j-malige Differentiation des betreffenden Gliedes von $\overline{Q}_n(x)$ ((65) und (66)), und zwar erhält man nach einigen einfachen Transformationen

(vorausgesetzt $j > n$)

$$\text{(133)} \quad \begin{cases} Q_n^{(j)}(0) = 0, \text{ falls } n+j \text{ gerade.} \\ Q_n^{(j)}(0) = 2 \cdot j! \dfrac{(j+1)(j+3)\cdots(j+n-1)}{j(j-2)\cdots(j-n)}, \text{ falls } n \text{ gerade, } j \text{ ungerade.} \\ Q_n^{(j)}(0) = 2 \cdot j! \dfrac{(j+2)(j+4)\cdots(j+n-1)}{(j-1)(j-3)\cdots(j-n)}, \text{ falls } n \text{ ungerade, } j \text{ gerade.} \end{cases}$$

$$\text{(134)} \quad \begin{cases} Q_n^{(j+1)}(0) = 0, \text{ falls } n+j \text{ ungerade.} \\ Q_n^{(j+1)}(0) = 2 \cdot j! \dfrac{(j+2)(j+4)\cdots(j+n)}{(j-1)(j-3)\cdots(j-n+1)}, \text{ falls } n \text{ gerade, } j \text{ gerade.} \\ Q_n^{(j+1)}(0) = 2 \cdot j! \dfrac{(j+1)(j+3)\cdots(j+n)}{j(j-2)\cdots(j-n+1)}, \text{ falls } n \text{ ungerade, } j \text{ ungerade.} \end{cases}$$

Es folgt nunmehr

(vorausgesetzt $j > n$)

$$(135)\quad \begin{cases} Q_{nj}(x) = 2\cdot j!\,(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\,\dfrac{(j+2)(j+4)\cdots(j+n)}{(j-1)(j-3)\cdots(j-n+1)}\,\mathfrak{S}_{nj}(x), & \text{falls } n \text{ gerade, } j \text{ gerade.} \\ Q_{nj}(x) = 2\cdot j!\,(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\,\dfrac{(j+1)(j+3)\cdots(j+n-1)}{j(j-2)\cdots(j-n)}\,\mathfrak{R}_{nj}(x), & \text{falls } n \text{ gerade, } j \text{ ungerade.} \\ Q_{nj}(x) = 2\cdot j!\,(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\,\dfrac{(j+2)(j+4)\cdots(j+n-1)}{(j-1)(j-3)\cdots(j-n)}\,\mathfrak{R}_{nj}(x), & \text{falls } n \text{ ungerade, } j \text{ gerade.} \\ Q_{nj}(x) = 2\cdot j!\,(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\,\dfrac{(j+1)(j+3)\cdots(j+n)}{j(j-2)\cdots(j-n+1)}\,\mathfrak{S}_{nj}(x), & \text{falls } n \text{ ungerade, } j \text{ ungerade.} \end{cases}$$

Abgeleitete Kugelfunctionen erster Art und zweiter Classe.

29. Für $j \leq n$ bilden die abgeleitete Kugelfunction erster Art und erster Classe $P_{nj}(x)$ und die abgeleitete Kugelfunction zweiter Art $Q_{nj}(x)$ ein Fundamentalsystem partikulärer Integrale der Differentialgleichung (118) der abgeleiteten Kugelfunctionen.

Für $j > n$ bilden immer $(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\,\mathfrak{R}_{nj}(x)$ und $(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\,\mathfrak{S}_{nj}(x)$ ein Fundamentalsystem partikulärer Integrale von (118), von denen das eine sich nur durch eine Constante von $Q_{nj}(x)$ unterscheidet. Statt des anderen mit $Q_{nj}(x)$ nicht equivalenten Integrales, gebraucht man jedoch mit F. Neumann die s. g. Kugelfunctionen erster Art und zweiter Classe, welche in zwei Abtheilungen $S_{nj}(x)$ und $T_{nj}(x)$ zerfallen, und natürlich lineare Verbindungen von $(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\,\mathfrak{R}_{nj}(x)$ und $(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\,\mathfrak{S}_{nj}(x)$ sind. Wir setzen somit

$$(136)\quad \begin{cases} S_{nj}(x) = (1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\left\{A\,\mathfrak{R}_{nj}(x) + B\,\mathfrak{S}_{nj}(x)\right\}, \\ T_{nj}(x) = (1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\left\{C\,\mathfrak{R}_{nj}(x) + D\,\mathfrak{S}_{nj}(x)\right\}. \end{cases} \qquad (j > n)$$

Die Constanten A, B, C und D werden im Art. 33 näher bestimmt werden.

30. Um zu den Functionen $S_{nj}(x)$ und $T_{nj}(x)$ am einfachsten zu gelangen, betrachtet man mit C. Neumann *) die beiden Hülfsfunctionen

$$(137)\quad \begin{cases} S_n(x) = -P_n(x)\log(x-1), \\ T_n(x) = -P_n(x)\log(x+1). \end{cases}$$

*) Ueber die Kugelfunctionen P_n und Q_n u. s. w. Leipzig. 1886, p. 408.

Nach der Formel (45) ist dann

$$Q_n(x) = S_n(x) - T_n(x) + R_n(x), \tag{138}$$

und hieraus ergiebt sich durch j-fache Differentiation, für $j > n$,

$$Q_n^{(j)}(x) = S_n^{(j)}(x) - T_n^{(j)}(x). \tag{136}$$

Setzt man ferner

$$\begin{cases} S_{nj}(x) = (1-x^2)^{\frac{1}{2}j} S_n^{(j)}(x), \\ T_{nj}(x) = (1-x^2)^{\frac{1}{2}j} T_n^{(j)}(x), \end{cases} \tag{140}$$

wozu man berechtigt ist, wenn nachgewiesen werden kann, dass $(1-x^2)^{\frac{1}{2}j} S_n^{(j)}(x)$ und $(1-x^2)^{\frac{1}{2}j} T_n^{(j)}(x)$ partikuläre Integrale von (118) sind — der Beweis hierfür wird im Art. 31 geleistet werden —, so erhält man

$$Q_{nj}(x) = S_{nj}(x) - T_{nj}(x). \tag{141}$$

Es ist folglich die Differenz der Functionen $S_{nj}(x)$ und $T_{nj}(x)$ ein Integral von (118), und es genügt nachzuweisen, dass $S_{nj}(x)$ ein Integral von (118) ist.

Es verdient noch bemerkt zu werden, dass die Darstellung

$$\begin{cases} S_{nj}(x) = -(1-x^2)^{\frac{1}{2}j} \dfrac{d^j}{dx^j} \Big\{ P_n(x) \log(x-1) \Big\}, \\ T_{nj}(x) = -(1-x^2)^{\frac{1}{2}j} \dfrac{d^j}{dx^j} \Big\{ P_n(x) \log(x+1) \Big\} \end{cases} \qquad (j > n) \tag{142}$$

Bedeutung für die ganze x-Ebene hat, während die Darstellung (136) nur für das Innere des Einheitskreises gilt.

Aus (142) erhellt, dass die Functionen $S_n^{(j)}(x)$ *und* $T_n^{(j)}(x)$ *rationale Functionen sind*, von denen die erstere nur für $x = 1$ unendlich gross wird, und zwar von der Ordnung j, und die letztere nur für $x = -1$ unendlich gross wird, ebenfalls von der Ordnung j.

$S_{nj}(x)$ *wird für* $x = 1$ *unendlich gross von der Ordnung* $\frac{1}{2}j$ *und für* $x = -1$ *Null von der Ordnung* $\frac{1}{2}j$.

$T_{nj}(x)$ *wird für* $x = -1$ *unendlich gross von der Ordnung* $\frac{1}{2}j$ *und für* $x = 1$ *Null, ebenfalls von der Ordnung* $\frac{1}{2}j$.

Für die rationale Function $S_n^{(j)}(x)$ ergiebt sich durch Ausführung der Differenrentiation in der ersten Formel (142) der Ausdruck

$$(143)\quad S_n^{(j)}(x) = (-1)^{j-n}\frac{j!}{n!\,(j-n)\,(x-1)^{j-n}}\frac{P_n^{(n)}(x)}{} + (-1)^{j-n+1}\frac{j!}{(n-1)!\,(j-n+1)\,(x-1)^{j-n+1}}\frac{P_n^{(n-1)}(x)}{} + \cdots$$
$$\cdots + (-1)^j\frac{j!}{j}\frac{P_n(x)}{(x-1)^j}.$$

Einen ähnlich gebildeten Ausdruck findet man für $T_n^{(j)}(x)$. Man schliesst hieraus:

Für $x=\infty$ werden $S_n^{(j)}(x)$ und $T_n^{(j)}(x)$ Null von der Ordnung $j-n$. *Gleichzeitig werden* $S_{nj}(x)$ *und* $T_{nj}(x)$ *unendlich gross von der Ordnung* n.

31. Es soll jetzt der Beweis geführt werden, dass $S_{nj}(x)$ ein partikuläres Integral der Gl. (118) ist. Wir folgen hierbei hauptsächlich Herrn C. NEUMANN *).

Man hat

$$\begin{array}{l|l}
S_n(x) = -P_n(x)\log(x-1), & n(n+1)\\
S_n'(x) = -P_n'(x)\log(x-1) - \dfrac{P_n(x)}{x-1}, & -2x\\
S_n''(x) = -P_n''(x)\log(x-1) - \dfrac{2P_n'(x)}{x-1} + \dfrac{P_n(x)}{(x-1)^2} & 1-x^2
\end{array}$$

Indem man diese Gleichungen mit den beigesetzten Factoren multiplicirt, sie addirt, und zugleich von der Differentialgleichung (1), welcher $P_n(x)$ genügt, Gebrauch macht, findet man

$$(144)\quad (1-x^2)S_n''(x) - 2xS_n'(x) + n(n+1)S_n(x) = P_n(x) + 2(x+1)P_n'(x).$$

Differentiirt man die Gl. (144) j Mal, so erhält man

$$(145)\quad (1-x^2)S_n^{(j+2)}(x) - 2(j+1)xS_n^{(j+1)}(x) + (n-j)(n+j+1)S_n^{(j)}(x) =$$
$$= (2j+1)P_n^{(j)}(x) + 2(x+1)P_n^{(j+1)}(x).$$

Es sei $j > n$; alsdann ist

$$(145)\quad (1-x^2)S_n^{(j+2)}(x) - 2(j+1)xS_n^{(j+1)}(x) + (n-j)(n+j+1)S_n^{(j)}(x) = 0,$$

d. h. $S_n^{(j)}(x)$ genügt der Differentialgleichung (116) und folglich

$$S_{nj}(x) = (1-x^2)^{\frac{1}{2}j}S_n^{(j)}(x)$$

der Differentialgleichung (118), was zu beweisen war.

32. In diesem Art. soll eine Relation zwischen den Functionen $S_{nj}(x)$ und $T_{nj}(x)$ abgeleitet werden, von welcher im Art. 33 Gebrauch gemacht wird.

---

*) Ueber die Kugelfunctionen P_n und Q_n u. s. w. p. 419.

Ersetzt man in der ersten Formel (137)

$$S_n(x) = -P_n(x)\log(x-1)$$

x mit $-x$, so bekommt man

$$S_n(-x) = -P_n(-x)\log(-x-1) = -(-1)^n P_n(x)\left\{\log(x+1) + \log(-1)\right\}$$

und in der aufgeschnittenen RIEMANNschen Ebene

$$(-1)^n S_n(-x) = T_n(x) \mp \pi i P_n(x). \tag{147}$$

Durch j-malige Differentiation der Gleichung (147) geht hervor, wenn $j > n$ ist,

$$(-1)^{j+n} S_n^{(j)}(-x) = T_n^{(j)}(x). \tag{148}$$

Ebenso hat man

$$(-1)^{j+n} T_n^{(j)}(-x) = S_n^{(j)}(x). \tag{149}$$

Diese beiden Gleichungen enthalten die gesuchte Relation.

33. Wir können nach diesen Vorbereitungen zur Bestimmung der Constanten A, B, C und D in den Formeln (136) schreiten.

Mittels der Gleichung (148) folgt aus

$$S_n^{(j)}(x) = A\,\mathfrak{R}_{nj}(x) + B\,\mathfrak{S}_{nj}(x), \tag{150}$$

indem man beachtet, dass $\mathfrak{R}_{nj}(x)$ eine gerade und $\mathfrak{S}_{nj}(x)$ eine ungerade Function ist,

$$T_n^{(j)}(x) = (-1)^{j+n}\left(A\,\mathfrak{R}_{nj}(x) - B\,\mathfrak{S}_{nj}(x)\right). \tag{151}$$

Folglich bestehen zwischen A, B, C und D die Relationen

$$\begin{cases} C = (-1)^{j+n} A, \\ D = (-1)^{j+n+1} B. \end{cases} \tag{152}$$

Um A und B zu bestimmen, macht man von der Relation

$$Q_n^{(j)}(x) = S_n^{(j)}(x) - T_n^{(j)}(x) \tag{139}$$

Gebrauch, und zwar muss hierbei ein Unterschied gemacht werden zwischen den Fällen, in welchen n eine gerade Zahl und eine ungerade Zahl ist. Wir führen die

Rechnung nur für den Fall durch, dass n gerade ist, da die Rechnung für ein ungerades n nach genau denselben Principen erfolgt.

Aus der ersten Gleichung (137) ergiebt sich für $|x|<1$ die folgende Entwickelung

(153)
$$\begin{aligned} S_n(x) &= -P_n(x)\log(1-x) \mp \pi i P_n(x) = \\ &= (a_0 + a_1 x^2 + a_2 x^4 + \cdots)\left(x + \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{3}x^3 + \cdots\right) \mp \pi i P_n(x) = \\ &= f(1)x + f(2)x^2 + \cdots + f(j)x^j + f(j+1)x^{j+1} + \cdots \mp \pi i P_n(x). \end{aligned}$$

Differentiirt man hier j Mal, wobei $j > n$ ist, so bekommt man

$$S_n^{(j)}(x) = j!f(j) + (j+1)!f(j+1)x + \frac{1}{2!}(j+2)!f(j+2)x^2 + \cdots = j!f(j)\mathfrak{R}_{nj}(x) + (j+1)!f(j+1)\mathfrak{S}_{nj}(x),$$

und es ist somit

(154)
$$\begin{cases} A = j!f(j), \\ B = (j+1)!f(j+1). \end{cases}$$

Ferner folgt aus den Gleichungen (139), (150) und (151), indem man beachtet, dass $(-1)^n$ jetzt gleich 1 ist,

(155)
$$Q_n^{(j)}(x) = \left\{1-(-1)^j\right\} A\mathfrak{R}_{nj}(x) + \left\{1+(-1)^j\right\} B\mathfrak{S}_{nj}(x).$$

Differentiirt man hier ein Mal, so erhält man

(156)
$$Q_n^{(j+1)}(x) = \left\{1-(-1)^j\right\} A\mathfrak{R}'_{nj}(x) + \left\{1+(-1)^j\right\} B\mathfrak{S}'_{nj}(x),$$

folglich, indem $x=0$ in den Gl. (155) und (156) genommen wird,

(157)
$$\begin{cases} \left\{1-(-1)^j\right\} A = Q_n^{(j)}(0), \\ \left\{1+(-1)^j\right\} B = Q_n^{(j+1)}(0). \end{cases}$$

Um weiter zu gehen, muss ein Unterschied zwischen den Fällen gemacht werden, in welchen j gerade und ungerade ist. Es sei j ungerade. Die erste Gleichung (157) bestimmt alsdann A und zwar ergiebt sich mit Anwendung der mittleren Formel des Systemes (133)

(158 a)
$$A = j!\frac{(j+1)(j+3)\cdots(j+n-1)}{j(j-2)\cdots(j-n)}.$$

Die zweite Gleichung (157) wird illusorisch. Dagegen folgt nach (154) der Werth von B aus dem Werthe (158 a) von A, indem j gegen $j+1$ vertauscht wird. Es ist

(158 b)
$$B = (j+1)!\frac{(j+2)(j+4)\cdots(j+n)}{(j+1)(j-1)\cdots(j-n+1)} = j!\frac{(j+2)(j+4)\cdots(j+n)}{(j-1)(j-3)\cdots(j-n+1)}.$$

Wenn j gerade ist, so berechnet man zuerst B mittels der zweiten Gleichung (157) und der mittleren Formel des Systemes (134) und erhält alsdann A aus B durch Vertauschung von j gegen $j-1$. Man bekommt dieselben Werthe wie für ein ungerades j, wie auch sonst eingesehen werden kann.

34. Wir stellen die aus (150) und (151) durch Einsetzen der Werthe von A und B hervorgehenden Formeln zusammen, für ein gerades n, und für ein ungerades n.

n gerade; $j > n$.

$$(159)\quad \begin{cases} S_{nj}(x) = j!\,(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\left\{\dfrac{(j+1)(j+3)\cdots(j+n-1)}{j(j-2)\cdots(j-n)}\,\mathfrak{R}_{nj}(x) + \dfrac{(j+2)(j+4)\cdots(j+n)}{(j-1)(j-3)\cdots(j-n+1)}\,\mathfrak{S}_{nj}(x)\right\} \\ T_{nj}(x) = (-1)^j j!\,(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\left\{\dfrac{(j+1)(j+3)\cdots(j+n-1)}{j(j-2)\cdots(j-n)}\,\mathfrak{R}_{nj}(x) - \dfrac{(j+2)(j+4)\cdots(j+n)}{(j-1)(j-3)\cdots(j-n+1)}\,\mathfrak{S}_{nj}(x)\right\}. \end{cases}$$

n ungerade; $j > n$.

$$(160)\quad \begin{cases} S_{nj}(x) = j!\,(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\left\{\dfrac{(j+2)(j+4)\cdots(j+n-1)}{(j-1)(j-3)\cdots(j-n)}\,\mathfrak{R}_{nj}(x) + \dfrac{(j+1)(j+3)\cdots(j+n)}{j(j-2)\cdots(j-n+1)}\,\mathfrak{S}_{nj}(x)\right\}. \\ T_{nj}(x) = (-1)^{j+1} j!\,(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\left\{\dfrac{(j+2)(j+4)\cdots(j+n-1)}{(j-1)(j-3)\cdots(j-n)}\,\mathfrak{R}_{nj}(x) - \dfrac{(j+1)(j+3)\cdots(j+n)}{j(j-2)\cdots(j-n-1)}\,\mathfrak{S}_{nj}(x)\right\}. \end{cases}$$

Für $x=0$ ergeben sich die folgenden speciellen Werthsysteme:

$$(161)\quad \begin{cases} S_n^{(j)}(0) = j!\,\dfrac{(j+1)(j+3)\cdots(j+n-1)}{j(j-2)\cdots(j-n)}, & \text{falls } n \text{ gerade}. \\ S_n^{(j)}(0) = j!\,\dfrac{(j+2)(j+4)\cdots(j+n-1)}{(j-1)(j-3)\cdots(j-n)}, & \text{falls } n \text{ ungerade}. \end{cases}$$

$$(162)\quad \begin{cases} T_n^{(j)}(0) = (-1)^j j!\,\dfrac{(j+1)(j+3)\cdots(j+n-1)}{j(j-2)\cdots(j-n)}, & \text{falls } n \text{ gerade}. \\ T_n^{(j)}(0) = (-1)^{j+1} j!\,\dfrac{(j+2)(j+4)\cdots(j+n-1)}{(j-1)(j-3)\cdots(j-n)}, & \text{falls } n \text{ ungerade}. \end{cases}$$

Fernere Reihenausdrücke der abgeleiteten Kugelfunctionen erster und zweiter Art für die Umgebung von $x=0$.

35. Die Differentialgleichung (118) bleibt bei folgenden Vertauschungen ungeändert:

I, x gegen $-x$,
II, j gegen $-j$,
III, n gegen $-n-1$,
IV, mehrere der Operationen I, II, und III auf ein Mal.

Man besitzt hierin ein Mittel, aus einem bekannten partikulären Integrale von (118) neue partikuläre Integrale abzuleiten, bezw. neue Formen der Reihenentwickelungen für die Kugelfunctionen erster und zweiter Art zu finden. Man beachte übrigens das im Art. 15 über die Transformation einer Reihe mittels der Substitution $\big(n\,|\,-(n+1)\big)$ Gesagte.

Durch die Operation II gehen die Reihen $\mathfrak{R}_{nj}(x)$ und $\mathfrak{S}_{nj}(x)$ über in:

$$(163)\quad \begin{cases} \mathfrak{R}_{n,\,-j}(x) = 1 + \dfrac{(j+n)(j-n-1)}{2!}x^2 + \dfrac{(j+n)(j+n-2)(j-n-1)(j-n-3)}{4!}x^4 + \cdots, \\ \mathfrak{S}_{n,\,-j}(x) = x + \dfrac{(j+n-1)(j-n-2)}{3!}x^3 + \dfrac{(j+n-1)(j+n-3)(j-n-2)(j-n-4)}{5!}x^5 + \cdots \end{cases}$$

Es sind immer

$$\left(\frac{1}{1-x^2}\right)^{\frac{1}{2}j}\mathfrak{R}_{n,\,-j}(x) \quad \text{und} \quad \left(\frac{1}{1-x^2}\right)^{\frac{1}{2}j}\mathfrak{S}_{n,\,-j}(x)$$

partikuläre Integrale der Differentialgleichung (118), welche ein Fundamentalsystem bilden, und zwar ist

$$(164)\quad \begin{cases} (1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\,\mathfrak{R}_{nj}(x) = \left(\dfrac{1}{1-x^2}\right)^{\frac{1}{2}j}\mathfrak{R}_{n,\,-j}(x), \\ (1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\,\mathfrak{S}_{nj}(x) = \left(\dfrac{1}{1-x^2}\right)^{\frac{1}{2}j}\mathfrak{S}_{n,\,-j}(x). \end{cases}$$

Wir verzichten darauf, alle diejenigen Formen anzuführen, welche mittels der Gleichungen (164) aus den Systemen (123) für $P_{nj}(x)$, (125) für $Q_{nj}(x)$ und $j \leqq n$, (135) für $Q_{nj}(x)$ und $j > n$, und (159), (160) für $S_{nj}(x)$ und $T_{nj}(x)$ bezw., hervorgehen. Dieselben ergeben sich unmittelbar.

Die Operation III verändert nicht die Reihen $\mathfrak{R}_{nj}(x)$ und $\mathfrak{S}_{nj}(x)$, wie auch daraus hervorgeht, dass diese Operation nicht die Differentialgleichung (116) verändert. Es ist somit

$$\begin{cases} \mathfrak{R}_{-n-1,\,j}(x) \equiv \mathfrak{R}_{nj}(x), \\ \mathfrak{S}_{-n-1,\,j}(x) \equiv \mathfrak{S}_{nj}(x). \end{cases}$$

Ferner folgt

$$\begin{cases} \mathfrak{R}_{-n-1,\,-j}(x) \equiv \mathfrak{R}_{n,\,-j}(x), \\ \mathfrak{S}_{-n-1,\,-j}(x) \equiv \mathfrak{S}_{n,\,-j}(x). \end{cases}$$

Fundamentalsystem partikulärer Integrale der Differentialgleichung der abgeleiteten Kugelfunctionen, für die Umgebung von $x = \infty$.

36. Ordnet man die endlichen Reihen des Systems (123) nach abnehmenden Potenzen von x, so bekommt man folgenden Ausdruck:

(vorausgesetzt $j \leqq n$).

$$(165)\qquad P_{nj}(x) = \frac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n-1)}{(n-j)!}(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\left\{x^{n-j} - \frac{(n-j)(n-j-1)}{2(2n-1)}x^{n-j-2} + \right.$$
$$\left. + \frac{(n-j)(n-j-1)(n-j-2)(n-j-3)}{2\cdot 4\cdot(2n-1)(2n-3)}x^{n-j-4} - \cdots\right\}.$$

Etwas einfacher folgt dieselbe Formel bei j-maliger Differentiation des Ausdruckes (27) für $P_n(x)$.

Aus (165) ergiebt sich

$$(166)\qquad \left|^{\infty}\frac{P_n^{(j)}(x)}{x^{n-j}} = \frac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n-1)}{(n-j)!},\right.$$

und $(j \leqq n)$

$$(167)\qquad \left|^{\infty}\frac{P_{nj}(x)}{x^n} = (-1)^{\frac{1}{2}j}\frac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n-1)}{(n-j)!}.\right.$$

Wendet man auf (165) die Operation II, Art. 53 an, so erhält man, indem man zugleich den constanten Factor so bestimmt, dass der Gleichung (167) genügt wird,

$$(j \leqq n).$$

$$(168)\qquad P_{nj}(x) = (-1)^j\frac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n-1)}{(n-j)!}\left(\frac{1}{1-x^2}\right)^{\frac{1}{2}j}\left\{x^{n+j} - \frac{(n+j)(n+j-1)}{2(2n-1)}x^{n+j-2} + \right.$$
$$\left. + \frac{(n+j)(n+j-1)(n+j-2)(n+j-3)}{2\cdot 4\cdot(2n-1)(2n-3)}x^{n+j-4} - \cdots\right\}.$$

Wendet man dagegen die Operation III an, so geht $P_{nj}(x)$ in $Q_{nj}(x)$ über, abgesehen von der multiplikativen Constante. Diese bestimmt sich durch j-malige Differentiation des Ausdruckes (77). Man findet

$$(169)\quad Q_{nj}(x) = (-1)^j 2\frac{(n+j)!}{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n+1)}(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\left\{x^{-n-j-1} + \frac{(n+j+1)(n+j+2)}{2(2n+3)}x^{-n-j-3} + \right.$$
$$\left. + \frac{(n+j+1)(n+j+2)(n+j+3)(n+j+4)}{2\cdot 4(2n+3)(2n+5)}x^{-n-j-5} + \cdots\right\},$$

und zwar gilt dieser Ausdruck nicht nur für $j \leqq n$, sondern auch für $j > n$.

Aus (169) folgt die Art des Nullwerdens von $Q_n^{(j)}(x)$ und $Q_{nj}(x)$, für $x = \infty$.

$$(170)\qquad \left|^{\infty}x^{n+j+1}\,Q_n^{(j)}(x) = (-1)^j 2\frac{(n+j)!}{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n+1)}.\right.$$

$$(171)\qquad \left|^{\infty}x^{n+1}\,Q_{nj}(x) = (-1)^{\frac{3}{2}j}2\frac{(n+j)!}{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n+1)}.\right.$$

Mittels der Operation II geht folgender Ausdruck aus (169) hervor, indem man zugleich die Constante so bestimmt, dass der Formel (171) genügt wird,

$$(172)\quad Q_{nj}(x)=2\frac{(n+j)!}{1\cdot3\cdot5\cdot\cdots\cdot(2n+1)}\left(\frac{1}{1-x^2}\right)^{\frac{1}{2}j}\left\{x^{j-n-1}+\frac{(j-n-1)(j-n-2)}{2(2n+3)}x^{j-n-3}+\right.$$
$$\left.+\frac{(j-n-1)(j-n-2)(j-n-3)(j-n-4)}{2\cdot4\cdot(2n+3)(2n+5)}x^{j-n-5}+\cdots\right\}.$$

Für $j>n$ ist die Reihe in (172) eine endliche Reihe. In der That ist dann $Q_n^{(j)}(x)$ eine rationale Function (Art. 27).

Die in diesem Art. gegebenen Ausdrücke von $P_{nj}(x)$ und $Q_{nj}(x)$ bilden zusammen ein Fundamentalsystem partikulärer Integrale der Differentialgleichung (118), mit Bedeutung wenigstens ausserhalb des Einheitskreises der x-Ebene. Die Ausdrücke (165) und (168) für $P_{nj}(x)$ und (172) für $Q_{nj}(x)$, falls $j>n$, haben eine Bedeutung in der ganzen x-Ebene.

37. Es erübrigt noch für die Umgebung von $x=\infty$ geltende Ausdrücke für $S_{nj}(x)$ und $T_{nj}(x)$ abzuleiten. Zu diesem Zwecke verfährt man in hauptsächlicher Uebereinstimmung mit Herrn C. Neumann *) folgenderweise:

Man berechnet zuerst $S_n^{(n+1)}(x)$ und leitet nachher durch $j-n-1$ malige Differentiation $S_n^{(j)}(x)$ ab. Nach Art. 30 wird $S_n^{(n+1)}(x)$ für $x=\infty$ Null von der ersten Ordnung. Somit kann gesetzt werden

$$(173)\quad S_n^{(n+1)}(x)=\frac{a_1}{x}+\frac{a_2}{x^2}+\frac{a_3}{x^3}+\cdots$$

oder

$$(174)\quad S_n^{(n+1)}(x)=\left(\frac{a_1}{x}+\frac{a_3}{x^3}+\cdots\right)+\left(\frac{a_2}{x^2}+\frac{a_4}{x^4}+\cdots\right).$$

Nach (148) ist, für $j=n+1$,

$$T_n^{(n+1)}(x)=-S_n^{(n+1)}(-x).$$

Somit folgt aus (174)

$$(175)\quad T_n^{(n+1)}(x)=\left(\frac{a_1}{x}+\frac{a_3}{x^3}+\cdots\right)-\left(\frac{a_2}{x^2}+\frac{a_4}{x^4}+\cdots\right),$$

und nach der Formel

$$(139)\quad Q_n^{(n+j)}(x)=S_n^{(n+j)}(x)-T_n^{(n+j)}(x),$$

$$(176)\quad Q_n^{(n+1)}(x)=2\left(\frac{a_2}{x^2}+\frac{a_4}{x^4}+\cdots\right).$$

---

*) a. a. O. p. 422.

Die Constanten a_2, $a_4 \cdots$ bestimmen sich jetzt unmittelbar aus (169), für $j = n+1$. Man erhält

$$(177)\quad \begin{cases} a_2 = a_4 = \cdots = a_{2n} = 0, \\ a_{2n+2} = (-1)^{n+1}(2 \cdot 4 \cdots 2n) \\ a_{2n+4} = \dfrac{(2n+2)(2n+3)}{2(2n+3)} a_{2n+2}, \\ a_{2n+6} = \dfrac{(2n+2)(2n+3)(2n+4)(2n+5)}{2 \cdot 4 \cdot (2n+3)(2n+5)} a_{2n+2}, \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \end{cases}$$

Um a_1, $a_3 \cdots$ zu berechnen, substituirt man in der Gl. (145) $j = n$ und bekommt

$$(178)\quad (1-x^2) S_n^{(n+2)}(x) - 2(n+1) x S_n^{(n+1)}(x) = (2n+1) P_n^{(n)}(x) = 1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (2n+1).$$

Setzt man hier den Ausdruck (174) für $S_n^{(n+1)}(x)$ ein, so ergiebt sich für die Bestimmung der Constanten a_1, $a_3 \cdots$ die Gleichung

$$(179)\quad \left(1 - \frac{1}{x^2}\right)\left(a_1 + \frac{3a_3}{x^2} + \frac{5a_5}{x^4} + \cdots\right) - 2(n+1)\left(a_1 + \frac{a_3}{x^2} + \frac{a_5}{x^4} + \cdots\right) = 1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (2n+1).$$

Hieraus berechnen sich die Werthe

$$(180)\quad \begin{cases} a_1 = (-1) 1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (2n-1), \\ a_3 = -\dfrac{1}{2n-1} a_1, \\ a_5 = -\dfrac{3}{2n-3} a_3 = \dfrac{1 \cdot 3}{(2n-1)(2n-3)} a_1, \\ a_7 = -\dfrac{5}{2n-5} a_5 = -\dfrac{1 \cdot 3 \cdot 5}{(2n-1)(2n-3)(2n-5)} a_1, \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \end{cases}$$

Setzt man nun die Werthe sämmtlicher Constanten a in (174) ein, so bekommt man

$$(181)\quad \begin{aligned} S_n^{(n+1)}(x) = (-1)\left[1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (2n-1)\right]\left\{\frac{1}{x} - \frac{1}{2n-1}\frac{1}{x^3} + \frac{1 \cdot 3}{(2n-1)(2n-3)}\frac{1}{x^5} - \cdots\right\} \\ + (-1)^{n+1}\left[2 \cdot 4 \cdot 6 \cdots 2n\right]\left\{\frac{1}{x^{2n+2}} + \frac{(2n+2)(2n+3)}{2(2n+3)}\frac{1}{x^{2n+4}} + \right. \\ \left. + \frac{(2n+2)(2n+3)(2n+4)(2n+5)}{2 \cdot 4 (2n+3)(2n+5)}\frac{1}{x^{2n+6}} + \cdots\right\}. \end{aligned}$$

Durch $j - n - 1$-malige Differentiation von (181) ergiebt sich $S_n^{(j)}(x)$ und durch Hinzufügung des Factors $(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}$ alsdann $S_{nj}(x)$.

(vorausgesetzt $j > n$).

$$(182)\quad S_{nj}(x) = (-1)^{j-n}\left[1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n-1)\right](j-n-1)!\,(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\left\{x^{-j+n} - \frac{(j-n)(j-n+1)}{2(2n-1)}x^{-j+n-2} + \right.$$
$$\left. + \frac{(j-n)(j-n+1)(j-n+2)(j-n+3)}{2\cdot 4(2n-1)(2n-3)}x^{-j+n-4} + \cdots\right\} +$$
$$+ (-1)^j \frac{(n+j)!}{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n+1)}(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\left\{x^{-j-n-1} + \frac{(n+j+1)(n+j+2)}{2(2n+3)}x^{-j-n-3} + \right.$$
$$\left. + \frac{(n+j+1)(n+j+2\ \ (n+j+3)(n+j+4)}{2\cdot 4\cdot(2n+3)(2n+5)}x^{-j-n-5} + \cdots\right\}.$$

Der zweite Theil von $S_{nj}(x)$ muss nach (176) einfach gleich $\frac{1}{2}Q_{nj}(x)$ sein, wie auch die Formel (169) zeigt.

Aus (182) leitet man mittels der Formel (148) ab:

$$(183)\quad T_{nj}(x) = (-1)^{j-n}\left[1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n-1)\right](j-n-1)!\,(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\left\{x^{-j+n} - \frac{(j-n)(j-n+1)}{2(2n-1)}x^{-j+n-2} + \cdots\right\} +$$
$$+ (-1)^{j+1}\frac{(n+j)!}{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n+1)}(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\left\{x^{-j-n-1} + \frac{(n+j+1)(n+j+2)}{2(2n+3)}x^{-j-n-3} + \cdots\right\}.$$

Aus (182) und (183) ergeben sich die Werthe:

$$(184)\quad \int^{\infty} x^{j-n} S_n^{(j)}(x) = \int^{\infty} x^{j-n} T_n^{(j)}(x) = (-1)^{j-n}\left[1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n-1)\right](j-n-1)!$$

$$(185)\quad \int^{\infty} \frac{1}{x^n} S_{nj}(x) = \int^{\infty} \frac{1}{x^n} T_{nj}(x) = (-1)^{\frac{3}{2}j-n}\left[1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n-1)\right](j-n-1)!$$

Wir machen noch auf diejenigen Ausdrücke aufmerksam, welche aus (182) und (183) mittels der Operation II, Art. 35, hervorgehen.

Fundamentalsysteme partikulärer Integrale der Differentialgleichung der abgeleiteten Kugelfunctionen in den Umgebungen von $x = 1$ und $x = -1$.

38. Differentiirt man die Gleichung (81) j Mal und multiplicirt nachher mit $(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}$, so findet man

(vorausgesetzt $j \leqq n$).

$$(186)\quad P_{nj}(x) = \frac{(n-j+1)(n-j+2)\cdots(n+j)}{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot 2j}(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\left\{1 + \frac{(n-j)(n+j+1)}{1(j+1)}\left(\frac{x-1}{2}\right) + \right.$$
$$\left. + \frac{(n-j)(n-j-1)(n+j+1)(n+j+2)}{1\cdot 2(j+1)(j+2)}\left(\frac{x-1}{2}\right)^2 + \cdots\right\}.$$

Zu derselben Formel führt auch die Anwendung des TAYLOR'schen Lehrsatzes und der Werthe (90).

Aus (186) erhält man mittels der Operation I, Art. 35, und angemessener Bestimmung der multiplikativen Constante nach (91),

(vorausgesetzt $j \leqq n$).

$$(187)\quad P_{nj}(x) = (-1)^{n-j}\frac{(n-j+1)(n-j+2)\cdots(n+j)}{2\cdot 4\cdot 6\cdots 2j}(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\left\{1 - \frac{(n-j)(n+j+1)}{1(j+1)}\frac{x+1}{2} + \right.$$
$$\left. + \frac{(n-j)(n-j-1)(n+j+1)(n+j+2)}{1\cdot 2(j+1)(j+2)}\left(\frac{x+1}{2}\right)^2 - \cdots\right\}.$$

Ordnet man den Klammerausdruck in (186) nach abnehmenden Potenzen von $x-1$ oder differentiirt man die Formel (95) j Mal, wobei $j \leqq n$, so ergiebt sich *)

$(j \leqq n)$.

$$(188)\quad P_{nj}(x) = \frac{(n-j+1)(n-j+2)\cdots 2n}{2\cdot 4\cdot 6\cdots 2n}(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\left\{(x-1)^{n-j} + 2\frac{n(n-j)}{1\cdot 2n}(x-1)^{n-j-1} + \right.$$
$$\left. + 2^2\frac{n(n-1)(n-j)(n-j-1)}{1\cdot 2\cdot 2n(2n-1)}(x-1)^{n-j-2} + \cdots\right\}.$$

Die entsprechende Formel für die Umgebung von $x = -1$ ist

$(j \leqq n)$.

$$(189)\quad P_{nj}(x) = \frac{(n-j+1)(n-j+2)\cdots 2n}{2\cdot 4\cdot 6\cdots 2n}(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\left\{(x+1)^{n-j} - 2\frac{n(n-j)}{1\cdot 2n}(x+1)^{n-j-1} + \right.$$
$$\left. + 2^2\frac{n(n-1)(n-j)(n-j-1)}{1\cdot 2\cdot 2n(2n-1)}(x+1)^{n-j-2} - \cdots\right\}.$$

Wendet man auf (188) und (189) die Operation II, Art. 45, an, so bekommt man die ferneren Ausdrücke für $P_{nj}(x)$:

$(j \leqq n)$.

$$(190)\quad P_{nj}(x) = (-1)^j\frac{(n-j+1)(n-j+2)\cdots 2n}{2\cdot 4\cdot 6\cdots 2n}\left(\frac{1}{1-x^2}\right)^{\frac{1}{2}j}\left\{(x-1)^{n+j} + 2\frac{n(n+j)}{1\cdot 2n}(x-1)^{n+j-1} + \right.$$
$$\left. + 2^2\frac{n(n-1)(n+j)(n+j-1)}{1\cdot 2\cdot 2n(2n-1)}(x-1)^{n+j-2} + \cdots\right\}.$$

---

*) Man beachte, dass für $j < n$

$$\frac{1\cdot 3\cdot 5\cdots(2n-1)}{(n-j)!} = \frac{(n-j+1)(n-j+2)\cdots 2n}{2\cdot 4\cdot 6\cdots 2n}.$$

Zu vergleichen auch die Formel (165).

$$(191)\quad P_{nj}(x) = (-1)^j \frac{(n-j+1)(n-j+2)\cdots 2n}{2\cdot 4\cdot 6\cdots 2n}\left(\frac{1}{1-x^2}\right)^{\frac{1}{2}j}\Big\{(x+1)^{n+j} - 2\frac{n(n+j)}{1\cdot 2n}(x+1)^{n+j-1} + \\ + 2^2\frac{n(n-1)(n+j)(n+j-1)}{1\cdot 2\cdot 2n(2n-1)}(x+1)^{n+j-2} - \cdots\Big\}.$$

In (190) kommt der Factor $(x-1)^j$, in (191) der Factor $(x+1)^j$ in allen Klammergliedern vor. Man erhält somit auch folgende, etwas umgeformte Ausdrücke:

$$(j \leqq n).$$

$$(192)\quad P_{nj}(x) = \frac{(n-j+1)(n-j+2)\cdots 2n}{2\cdot 4\cdot 6\cdots 2n}\left(\frac{1-x}{1+x}\right)^{\frac{1}{2}j}\Big\{(x-1)^n + 2\frac{n(n+j)}{1\cdot 2n}(x-1)^{n-1} + \cdots \\ \cdots + 2^n\frac{(j+1)(j+2)\cdots n}{(n+j+1)(n+j+2)\cdots 2n}\Big\},$$

$$(193)\quad P_{nj}(x) = \frac{(n-j+1)(n-j+2)\cdots 2n}{2\cdot 4\cdot 6\cdots 2n}\left(\frac{1+x}{1-x}\right)^{\frac{1}{2}j}\Big\{(x+1)^n - 2\frac{n(n+j)}{1\cdot 2n}(x+1)^{n-1} + \cdots \\ \cdots + (-2)^n\frac{(j+1)(j+2)\cdots n}{(n+j+1)(n+j+2)\cdots 2n}\Big\}.$$

Indem man die Klammerglieder in (192) und (193) in umgekehrter Reihenfolge nimmt, findet man schliesslich noch die Ausdrücke:

$$(j \leqq n).$$

$$(194)\quad P_{nj}(x) = \frac{(n-j+1)(n-j+2)\cdots(n+j)}{j!}\left(\frac{1-x}{1+x}\right)^{\frac{1}{2}j}\Big\{1 + \frac{n(n+1)}{1(j+1)}\frac{x-1}{2} + \\ + \frac{(n-1)n(n+1)(n+2)}{1\cdot 2(j+1)(j+2)}\left(\frac{x-1}{2}\right)^2 + \cdots\Big\},$$

$$(195)\quad P_{nj}(x) = (-1)^{n+j}\frac{(n-j+1)(n-j+2)\cdots(n+j)}{j!}\left(\frac{1+x}{1-x}\right)^{\frac{1}{2}j}\Big\{1 - \frac{n(n+1)}{1(j+1)}\frac{x+1}{2} + \\ + \frac{(n-1)n(n+1)(n+2)}{1\cdot 2(j+1)(j+2)}\left(\frac{x+1}{2}\right)^2 - \cdots\Big\}.$$

39. Zusammen mit einem nach wachsenden Potenzen von $x-1$ oder $x+1$ entwickelten Ausdrucke von $P_{nj}(x)$ bildet ein ebenfalls nach wachsenden Potenzen von $x-1$ und $x+1$ bezw. entwickelter Ausdruck von $Q_{nj}(x)$ (im welchem auch ein logaritmisches Glied vorkommt) ein Fundamentalsystem partikulärer Integrale der Differentialgleichung (118), mit Bedeutung innerhalb eines Kreises vom Radius 2 und dem Mittelpunkte $x=1$ oder $x=-1$ bezw., immer vorausgesetzt, dass $j \leqq n$ ist. Die hier in Frage kommenden Entwickelungen von $Q_{nj}(x)$ sind ziemlich complicirt. Dieselben könnten am besten aus den Ausdrücken (89) und (93) für $Q_n(x)$ durch

j-fache Differentiation und Multiplikation mit $(1-x2)^{\frac{1}{2}j}$ abgeleitet werden. Auch könnten die Differentialgleichungen benutzt werden, welche aus (118) mittels den Substitutionen

$$x=1+y \qquad \text{und} \qquad x=1-y$$

entstehen. Wir verzichten jedoch darauf, die ausgeführten Ausdrücke von $Q_{nj}(x)$, nach Potenzen von $x-1$ und $x+1$, für $j \leqq n$, anzuführen und begnügen uns die Form derselben anzugeben. Es ist (vergl. Art. 27)

$$(196) \quad Q_{nj}(x)=(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\left\{\left[c_0+c_1(x-1)+\cdots+c_{n-j}(x-1)^{n-j}\right]\log(x-1)+\right.$$
$$\left.+\frac{d_1}{x-1}+\frac{d_2}{(x-1)^2}+\cdots+\frac{d_j}{(x-1)^j}+e_0+e_1(x-1)+e_2(x-1)^2+\cdots\right\},$$

und

$$(197) \quad (-1)^{n+1}Q_{nj}(x)=(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\left\{\left[c_0-c_1(x+1)+\cdots+(-1)^{n-j}c_{n-j}(x+1)^{n-j}\right]\left[\log(x+1)\pm\pi i\right]\right.$$
$$\left.-\frac{d_1}{x+1}+\frac{d_2}{(x+1)^2}-\cdots+(-1)^j\frac{d_j}{(x+1)^j}+e_0-e_1(x+1)+e_2(x+1)^2-\cdots\right\}.$$

40. Für $j \lessgtr n$ ergeben sich einfache Ausdrücke von $Q_{nj}(x)$ nach abnehmenden Potenzen von $x-1$ und $x+1$. So folgt aus (192) und (193), indem man die Operation III im Art. 35 anwendet und die multiplikative Constante mittelst der Formel (171) feststellt,

$$(j \lessgtr n).$$

$$(198) \quad Q_{nj}(x)=(-1)^j\,2\frac{(n+j)!}{1\cdot3\cdot5\cdots(2n+1)}\left(\frac{1-x}{1+x}\right)^{\frac{1}{2}j}\left\{(x-1)^{-n-1}-2\frac{(n+1)(n-j+1)}{1(2n+2)}(x-1)^{-n-2}+\right.$$
$$\left.+2^2\frac{(n+1)(n+2)(n-j+1)(n-j+2)}{1\cdot2(2n+2)(2n+3)}(x-1)^{-n-3}-\cdots\right\},$$

$$(199) \quad Q_{nj}(x)=2\frac{(n+j)!}{1\cdot3\cdot5\cdots(2n+1)}\left(\frac{1+x}{1-x}\right)^{\frac{1}{2}j}\left\{(x+1)^{-n-1}+2\frac{(n+1)(n-j+1)}{1(2n+2)}(x+1)^{-n-2}+\right.$$
$$\left.+2^2\frac{(n+1)(n+2)(n-j+1)(n-j+2)}{1\cdot2(2n+2)(2n+3)}(x+1)^{-n-3}+\cdots\right\}.$$

Vertauscht man in diesen beiden Ausdrücken j gegen $-j$, so bekommt man, mit Beachtung der Werthe der Constanten,

$$(j \lessgtr n).$$

(200) $$Q_{nj}(x) = 2\frac{(n+j)!}{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n+1)}\left(\frac{1+x}{1-x}\right)^{\frac{1}{2}j}\left\{(x-1)^{-n-1} - 2\frac{(n+1)(n+j+1)}{1(2n+2)}(x-1)^{-n-2} + \right.$$
$$\left. + 2^2\frac{(n+1)(n+2)(n+j+1)(n+j+2)}{1\cdot 2(2n+2)(2n+3)}(x-1)^{-n-3} + \cdots\right\},$$

(201) $$Q_{nj}(x) = (-1)^j 2\frac{(n+j)!}{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(2n+1)}\left(\frac{1-x}{1+x}\right)^{\frac{1}{2}j}\left\{(x+1)^{-n-1} + 2\frac{(n+1)(n+j+1)}{1(2n+2)}(x+1)^{-n-2} + \right.$$
$$\left. + 2^2\frac{(n+1)(n+2)(n+j+1)(n+j+2)}{1\cdot 2(2n+2)(2n+3)}(x+1)^{-n-3} + \cdots\right\}.$$

Die Ausdrücke (198)$\cdots\cdot$(201) haben, wenn $j \lessgtr n$ ist, eine Bedeutung ausserhalb der im Anfang des Art. 39 erwähnten Kreise. Für $j > n$ sind die Reihen innerhalb der Klammern in (198) und (199) endliche Reihen, und die Ausdrücke behalten somit in der ganzen x-Ebene eine bestimmte Bedeutung. Ordnet man in diesen Ausdrücken nach wachsenden Potenzen von $x-1$ und $x+1$, so findet man

(vorausgesetzt $j > n$).

(202) $$Q_{nj}(x) = 2\frac{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot(2j-2)}{(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}}\left\{1 + \frac{(j-n-1)(j+n)}{1(j-1)}\frac{x-1}{2} + \right.$$
$$\left. + \frac{(j-n-1)(j-n-2)(j+n)(j+n-1)}{1\cdot 2(j-1)(j-2)}\left(\frac{x-1}{2}\right)^2 + \cdots\right\};$$

(203) $$Q_{nj}(x) = (-1)^{j-n-1}2\frac{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot(2j-2)}{(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}}\left\{1 - \frac{(j-n-1)(j+n)}{1(j-1)}\frac{x+1}{2} + \right.$$
$$\left. + \frac{(j-n-1)(j-n-2)(j+n)(j+n-1)}{1\cdot 2(j-1)(j-2)}\left(\frac{x+1}{2}\right)^2 + \cdots\right\}.$$

41. Es mögen jetzt die Werthe zusammengestellt werden, welche $Q_n^{(j)}(x)$ und $Q_{nj}(x)$ für $x = -1$ und $x = 1$ annehmen. Diese Werthe folgen ohne Schwierigkeit aus den oben für $Q_{nj}(x)$ abgeleiteten Formeln. Es darf nur noch bemerkt werden, dass der Constanten d_j in (196) und (197) der Werth

$$d_j = (-1)^j(j-1)!$$

zukommt, wie es bei Ausführung der Differentiation in (45) hervorgeht (vergl. auch (143)).

$$(j \lesseqgtr n).$$

$$(204)\qquad \begin{cases} \int^{1} (x-1)^j\, Q_n^{(j)}(x) = (-1)^j (j-1)!\,, \\ \int^{-1} (x+1)^j\, Q_n^{(j)}(x) = (-1)^{j-n-1} (j-1)!\,. \end{cases}$$

$$(205)\qquad \begin{cases} \int^{1} (1-x)^{\frac{1}{2}j}\, Q_{nj}(x) = 2^{\frac{1}{2}j} (j-1)!\,, \\ \int^{-1} (1+x)^{\frac{1}{2}j}\, Q_{nj}(x) = (-1)^{j+n-1}\, 2^{\frac{1}{2}j} (j-1)! \end{cases}$$

42. Es erübrigt noch die Functionen $S_{nj}(x)$ und $T_{nj}(x)$ in Reihen nach Potenzen von $x-1$ und $x+1$ zu entwickeln. Man kommt hier einfach dadurch zum Ziele, dass man unter den von $P_{nj}(x)$ gefundenen Reihendarstellungen (Art. 38) die passenden auswählt, j grösser als n voraussetzt, und nöthigenfalls sich der Operationen I, II oder III im Art. 35 bedient.

Weil $S_n^{(j)}(x)$ und $T_n^{(j)}(x)$ rationale Functionen sind, welche von der Ordnung $j-n$ Null werden, wenn x unendlich gross wird (vergl. 184), und von denen $S_n^{(j)}(x)$ für $x=1$ unendlich gross von der Ordnung j wird, $T_n^{(j)}(x)$ für $x=-1$ unendlich gross von der Ordnung j wird, müssen Entwickelungen von folgender Form bestehen:

$$(206)\qquad \begin{cases} S_n^{(j)}(x) = A\left\{(x-1)^{-j+n} + a_1 (x-1)^{-j+n-1} + a_2 (x-1)^{-j+n-2} + \cdots + a_n (x-1)^{-j}\right\}, \\ T_n^{(j)}(x) = B\left\{(x+1)^{-j+n} + b_1 (x+1)^{-j+n-1} + b_2 (x+1)^{-j+n-2} + \cdots + b_n (x+1)^{-j}\right\}, \end{cases}$$

und zwar ist hierbei nach (184)

$$(207)\qquad \begin{aligned} A = B &= (-1)^{j-n}\left[1\cdot 3\cdot 5\cdots(2n-1)\right](j-n-1)! \\ &= (-1)^{j-n}(j-n-1)!\,\frac{(n+1)(n+2)\cdots 2n}{2^n}, \end{aligned}$$

sowie nach (204) und (139)

$$(208)\qquad \begin{cases} A\, a_n = (-1)^j (j-1)! \\ B\, b_n = (-1)^{j-n} (j-1)! \end{cases}$$

In der That findet man unmittelbar aus der Formel (188) für $P_{nj}(x)$, wenn man jetzt j grösser als n voraussetzt und den constanten Factor mittels (207) bestimmt,

$$(j > n).$$

(209) $$S_{nj}(x) = (-1)^{j-n}\left[1\cdot 3\cdot 5\cdots(2n-1)\right](j-n-1)!\,(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\Big\{(x-1)^{-j+n} - 2\frac{n(j-n)}{1\cdot 2n}(x-1)^{-j+n-1} + \\ + 2^2\frac{n(n-1)(j-n)(j-n+1)}{1\cdot 2\cdot 2n(2n-1)}(x-1)^{-j+n-2} - \cdots + (-2)^n\frac{(j-1)(j-2)\cdots(j-n)}{(n+1)(n+2)\cdots 2n}(x-1)^{-j}\Big\}.$$

Vertauscht man hier x in $-x$, so bekommt man

$$(j > n).$$

(210) $$T_{nj}(x) = (-1)^{j-n}\left[1\cdot 3\cdot 5\cdots(2n-1)\right](j-n-1)!\,(1-x^2)^{\frac{1}{2}j}\Big\{(x+1)^{-j+n} + 2\frac{n(j-n)}{1\cdot 2n}(x+1)^{-j+n-1} + \\ + 2^2\frac{n(n-1)(j-n)(j-n+1)}{1\cdot 2\cdot 2n(2n-1)}(x+1)^{-j+n-2} - \cdots + 2^n\frac{(j-1)(j-2)\cdots(j-n)}{(n+1)(n+2)\cdots 2n}(x+1)^{-j}\Big\}.$$

Die Ausdrücke (209) und 210) lassen sich auch in die folgende Form setzen:

$$(j > n).$$

(211) $$S_{nj}(x) = (-1)^n\left[1\cdot 3\cdot 5\cdots(2n-1)\right](j-n-1)!\left(\frac{1+x}{1-x}\right)^{\frac{1}{2}j}\Big\{(x-1)^n - 2\frac{n(j-n)}{1\cdot 2n}(x-1)^{n-1} + \\ + 2^2\frac{n(n-1)(j-n)(j-n+1)}{1\cdot 2\cdot 2n(2n-1)}(x-1)^{n-2} - \cdots + (-2)^n\frac{(j-1)(j-2)\cdots(j-n)}{(n+1)(n+2)\cdots 2n}\Big\},$$

(212) $$T_{nj}(x) = (-1)^{j-n}\left[1\cdot 3\cdot 5\cdots(2n-1)\right](j-n-1)!\left(\frac{1-x}{1+x}\right)^{\frac{1}{2}j}\Big\{(x+1)^n + 2\frac{n(j-n)}{1\cdot 2n}(x+1)^{n-1} + \\ + 2^2\frac{n(n-1)(j-n)(j-n+1)}{1\cdot 2\cdot 2n(2n-1)}(x+1)^{n-2} + \cdots + 2^n\frac{(j-1)(j-2)\cdots(j-n)}{(n+1)(n+2)\cdots 2n}\Big\}.$$

Mittels der Operation II, Art. 35, folgt aus (211) und (212),

$$(j > n).$$

(213) $$T_{nj}(x) = (-1)^{j-n}\left[1\cdot 3\cdot 5\cdots(2n-1)\right](j-n-1)!\left(\frac{1-x}{1+x}\right)^{\frac{1}{2}j}\Big\{(x-1)^n + 2\frac{n(j+n)}{1\cdot 2n}(x-1)^{n-1} + \\ + 2^2\frac{n(n-1)(j+n)(j+n-1)}{1\cdot 2\cdot 2n(2n-1)}(x-1)^{n-2} + \cdots + 2^n\frac{(j+1)(j+2)\cdots(j+n)}{(n+1)(n+2)\cdots 2n}\Big\},$$

(214) $$S_{nj}(x) = (-1)^n\left[1\cdot 3\cdot 5\cdots(2n-1)\right](j-n-1)!\left(\frac{1+x}{1-x}\right)^{\frac{1}{2}j}\Big\{(x+1)^n - 2\frac{n(j+n)}{1\cdot 2n}(x+1)^{n-1} + \\ + 2^2\frac{n(n-1)(j+n)(j+n-1)}{1\cdot 2\cdot 2n(2n-1)}(x+1)^{n-2} - \cdots + (-2)^n\frac{(j+1)(j+2)\cdots(j+n)}{(n+1)(n+2)\cdots 2n}\Big\}.$$

Die Entscheidung zwischen $S_{nj}(x)$ und $T_{nj}(x)$ folgt einfach dadurch, dass $S_{nj}(x)$ für $x = 1$ und $T_{nj}(x)$ für $x = -1$ unendlich gross werden müssen, und zwar von der Ordnung $\frac{1}{2}j$ (Art. 30).

Ordnet man die endlichen Reihen in den Klammerausdrücken von (211), (212), (213) und (214) in entgegengesetzter Reihenfolge, so bekommt man als fernere Darstellungen von $S_{nj}(x)$ und $T_{nj}(x)$:

$$(215)\qquad S_{nj}(x)=(j-1)!\left(\frac{1+x}{1-x}\right)^{\frac{1}{2}j}\left\{1-\frac{n(n+1)}{1\cdot(j-1)}\frac{x-1}{2}+\right.$$
$$\left.+\frac{(n-1)n(n+1)(n+2)}{1\cdot2\cdot(j-1)(j-2)}\left(\frac{x-1}{2}\right)^2-\cdots+(-1)^n\frac{(n+1)(n+2)\cdots2n}{(j-1)(j-2)\cdots(j-n)}\left(\frac{x-1}{2}\right)^n\right\},$$

$$(216)\qquad S_{nj}(x)=(j-n-1)!(j+1)(j+2)\cdots(j+n)\left(\frac{1+x}{1-x}\right)^{\frac{1}{2}j}\left\{1-\frac{n(n+1)}{1\cdot(j+1)}\frac{x+1}{2}+\right.$$
$$\left.+\frac{(n-1)n(n+1)(n+2)}{1\cdot2(j+1)(j+2)}\left(\frac{x+1}{2}\right)^2-\cdots+(-1)^n\frac{(n+1)(n+2)\cdots2n}{(j+1)(j+2)\cdots(j+n)}\left(\frac{x+1}{2}\right)^n\right\},$$

$$(217)\qquad T_{nj}(x)=(-1)^{j-n}(j-1)!\left(\frac{1-x}{1+x}\right)^{\frac{1}{2}j}\left\{1+\frac{n(n+1)}{1\cdot(j-1)}\left(\frac{x+1}{2}\right)+\right.$$
$$\left.+\frac{(n-1)n(n+1)(n+2)}{1\cdot2(j-1)(j-2)}\left(\frac{x+1}{2}\right)^2+\cdots+\frac{(n+1)(n+2)\cdots2n}{(j-1)(j-2)\cdots(j-n)}\left(\frac{x+1}{2}\right)^n\right\},$$

$$(218)\qquad T_{nj}(x)=(-1)^{j-n}(j-n-1)!(j+1)(j+2)\cdots(j+n)\left(\frac{1-x}{1+x}\right)^{\frac{1}{2}j}\left\{1+\frac{n(n+1)}{1\cdot(j+1)}\frac{x-1}{2}+\right.$$
$$\left.+\frac{(n-1)n(n+1)(n+2)}{1\cdot2(j+1)(j+2)}\left(\frac{x-1}{2}\right)^2+\cdots+\frac{(n+1)(n+2)\cdots2n}{(j+1)(j+2)\cdots(j+n)}\left(\frac{x-1}{2}\right)^n\right\}.$$

43. Es mögen in diesem Art. diejenigen Werthe zusammengestellt werden, welche $S_n^{(j)}(x)$, $T_n^{(j)}(x)$, $S_{nj}(x)$ und $T_{nj}(x)$ für $x=-1$ und $x=1$ annehmen.

$$(j>n).$$

$$(219)\qquad \Big|^1(x-1)^j S_n^{(j)}(x)=(-1)^j(j-1)!;\qquad \Big|^1(x-1)^{\frac{1}{2}j}S_{nj}(x)=(-1)^{\frac{3}{2}j}2^{\frac{1}{2}j}(j-1)!.$$

$$(220)\qquad \Big|^{-1}(x+1)^j T_n^{(j)}(x)=(-1)^{j-n}(j-1)!;\qquad \Big|^{-1}(x+1)^{\frac{1}{2}j}T_{nj}(x)=(-1)^{j-n}2^{\frac{1}{2}j}(j-1)!.$$

$$(221)\qquad \begin{cases} S_n^{(j)}(-1)=\dfrac{1}{2^j}(j-n-1)!(j+1)(j+2)\cdots(j+n)=\dfrac{1}{2^j}\dfrac{(j+n)!}{j(j-1)\cdots(j-n)},\\ T_n^{(j)}(+1)=\dfrac{(-1)^{j-n}}{2^j}(j-n-1)!(j+1)(j+2)\cdots(j+n)=\dfrac{(-1)^{j-n}}{2^j}\dfrac{(j+n)!}{j(j-1)\cdots(j-n)}, \end{cases}$$

$$(222)\qquad \Big|^{-1}(x+1)^{-\frac{1}{2}j}S_{nj}(x)=\frac{1}{2^{\frac{1}{2}j}}(j-n-1)!(j+1)(j+2)\cdots(j+n)=\frac{1}{2^{\frac{1}{2}j}}\frac{(j+n)!}{j(j-1)\cdots(j-n)},$$

$$(223)\qquad \int_1^1 (x-1)^{-\frac{1}{2}j} T_{nj}(x) = \frac{(-1)^{\frac{3}{2}j-n}}{2^{\frac{1}{2}j}} (j-n-1)!\,(j+1)(j+2)\cdots(j+n) = \frac{(-1)^{\frac{3}{2}j-n}}{2^{\frac{1}{2}j}} \frac{(j+n)!}{j(j-1)\cdots(j-n)}.$$

Als Fundamentalsystem partikulärer Integrale der Differentialgleichung der abgeleiteten Kugelfunctionen, für $j > n$, kan genommen werden: $Q_{nj}(x)$ und $S_{nj}(x)$, $Q_{nj}(x)$ und $T_{nj}(x)$ oder $S_{nj}(x)$ und $T_{nj}(x)$.

Speciello Werthe der Kugelfunctionen und der abgeleiteten Kugelfunctionen, für $x = 0,\ \infty,\ 1,\ -1$.

44. Der Uebersicht wegen stellen wir noch die Werthe zusammen, welche die Kugelfunctionen und die abgeleiteten Kugelfunctionen für $x = 0,\ \infty,\ 1,$ und -1 annehmen, ohne die Art anzugeben, in welcher diese Functionen eventuell Null oder unendlich werden.

$$(n = 1,\ 2,\ 3\cdots).$$

$$(224)\qquad \begin{cases} P_n(0) = (-1)^{\frac{n}{2}} \dfrac{1\cdot 3\cdot 5\cdots(n-1)}{2\cdot 4\cdot 6\cdots n}, & \text{falls } n \text{ gerade.} \\ P_n(0) = 0, & \text{falls } n \text{ ungerade.} \end{cases}$$

$$(225)\qquad P_n(\infty) = \infty$$

$$(226)\qquad P_n(1) = 1; \qquad P_n(-1) = (-1)^n.$$

$$(227)\qquad \begin{cases} Q_n(\pm 0\cdot i) = \mp(-1)^{\frac{n}{2}} \pi i \dfrac{1\cdot 3\cdot 5\cdots(n-1)}{2\cdot 4\cdot 6\cdots n}, & \text{falls } n \text{ gerade.} \\ Q_n(\pm 0\cdot i) = (-1)^{\frac{n+1}{2}} 2 \dfrac{2\cdot 4\cdot 6\cdots(n-1)}{1\cdot 3\cdot 5\cdots n}, & \text{falls } n \text{ ungerade.} \end{cases}$$

$$(228)\qquad \begin{cases} \overline{Q}_n(0) = 0, & \text{falls } n \text{ gerade.} \\ \overline{Q}_n(0) = (-1)^{\frac{n+1}{2}} 2 \dfrac{2\cdot 4\cdot 6\cdots(n-1)}{1\cdot 3\cdot 5\cdots n}, & \text{falls } n \text{ ungerade.} \end{cases}$$

$$(229)\qquad Q_n(\infty) = 0.$$

$$(230)\qquad Q_n(1) = \infty, \qquad Q_n(-1) = \infty.$$

$$(n = 1,\ 2,\ 3 \cdots;\quad j < n).$$

(231)
$$\begin{cases} P_n^{(j)}(0) = (-1)^{\frac{n+j}{2}} \dfrac{1\cdot 3\cdot 5\cdot \cdots \cdot (n+j-1)}{2\cdot 4\cdot 6\cdot \cdots \cdot (n-j)}, & \text{falls } n \text{ gerade, } j \text{ gerade,} \\ P_n^{(j)}(0) = (-1)^{\frac{n+j-2}{2}} 1\cdot \dfrac{3\cdot 5\cdot \cdots \cdot (n+j-1)}{2\cdot 4\cdot 6\cdot \cdots \cdot (n-j)}, & \text{falls } n \text{ ungerade, } j \text{ ungerade.} \end{cases}$$

(232)
$$P_n^{(j)}(0) = 0, \text{ falls } n+j \text{ ungerade.}$$

(233)
$$\begin{cases} Q_n^{(j)}(\pm 0\cdot i) = \mp(-1)^{\frac{n+j}{2}} \pi i \dfrac{1\cdot 3\cdot 5\cdot \cdots \cdot (n+j-1)}{2\cdot 4\cdot 6\cdot \cdots \cdot (n-j)}, & \text{falls } n \text{ gerade, } j \text{ gerade,} \\ Q_n^{(j)}(\pm 0\cdot i) = (-1)^{\frac{n+j-1}{2}} 2 \dfrac{2\cdot 4\cdot 6\cdot \cdots \cdot (n+j-1)}{1\cdot 3\cdot 5\cdot \cdots \cdot (n-j)}, & \text{falls } n \text{ gerade, } j \text{ ungerade,} \\ Q_n^{(j)}(\pm 0\cdot i) = (-1)^{\frac{n+j+1}{2}} 2 \dfrac{2\cdot 4\cdot 6\cdot \cdots \cdot (n+j-1)}{1\cdot 3\cdot 5\cdot \cdots \cdot (n-j)}, & \text{falls } n \text{ ungerade, } j \text{ gerade,} \\ Q_n^{(j)}(\pm 0\cdot i) = \mp(-1)^{\frac{n+j+2}{2}} \pi i \dfrac{1\cdot 3\cdot 5\cdot \cdots \cdot (n+j-1)}{2\cdot 4\cdot 6\cdot \cdots \cdot (n-j)}, & \text{falls } n \text{ ungerade, } j \text{ ungerade.} \end{cases}$$

(234)
$$\begin{cases} \overline{Q}_n^{(j)}(0) = 0, & \text{falls } n+j \text{ gerade.} \\ \overline{Q}_n^{(j)}(0) = Q_n^{(j)}(\pm 0\cdot i), & \text{falls } n+j \text{ ungerade.} \end{cases}$$

(235)
$$\begin{cases} P_n^{(j)}(\infty) = \infty, & \text{falls } j < n, \\ P_{nj}(\infty) = \infty, & \text{falls } j < n. \\ P_n^{(n)}(\infty) = 1\cdot 3\cdot 5\cdot \cdots \cdot (2n-1); \quad P_{nn}(\infty) = \infty. \end{cases}$$

(236)
$$\begin{cases} Q_n^{(j)}(\infty) = 0, \\ Q_{nj}(\infty) = 0. \end{cases}$$

(237)
$$\begin{cases} P_n^{(j)}(1) = \dfrac{(n-j+1)(n-j+2)\cdot \cdots \cdot (n+j)}{2\cdot 4\cdot 6\cdot \cdots \cdot 2j}, \\ P_n^{(j)}(-1) = (-1)^{n-j} \dfrac{(n-j+1)(n-j+2)\cdot \cdots \cdot (n+j)}{2\cdot 4\cdot 6\cdot \cdots \cdot 2j}. \end{cases}$$

(238)
$$P_{nj}(1) = 0; \quad P_{nj}(-1) = 0.$$

(239)
$$\begin{cases} Q_n^{(j)}(1) = \infty; \quad Q_n^{(j)}(-1) = \infty, \\ Q_{nj}(1) = \infty; \quad Q_{nj}(-1) = \infty. \end{cases}$$

$$(n = 1,\ 2,\ 3 \cdots;\quad j > n).$$

(240)
$$\begin{cases} S_n^{(j)}(0) = j!\,\dfrac{(j+1)(j+3)\cdots(j+n-1)}{j(j-2)\cdots(j-n)}, & \text{falls } n \text{ gerade,} \\ S_n^{(j)}(0) = j!\,\dfrac{(j+2)(j+4)\cdots(j+n-1)}{(j-1)(j-3)\cdots(j-n)}, & \text{falls } n \text{ ungerade,} \end{cases}$$

(241)
$$\begin{cases} T_n^{(j)}(0) = (-1)^j S_n^{(j)}(0), & \text{falls } n \text{ gerade,} \\ T_n^{(j)}(0) = (-1)^{j+1} S_n^{(j)}(0), & \text{falls } n \text{ ungerade.} \end{cases}$$

(242)
$$\begin{cases} Q_n^{(j)}(0) = 0, & \text{falls } n+j \text{ gerade.} \\ Q_n^{(j)}(0) = 2 \cdot j!\,\dfrac{(j+1)(j+3)\cdots(j+n-1)}{j(j-2)\cdots(j-n)}, & \text{falls } n \text{ gerade, } j \text{ ungerade.} \\ Q_n^{(j)}(0) = 2 \cdot j!\,\dfrac{(j+2)(j+4)\cdots(j+n-1)}{(j-1)(j-3)\cdots(j-n)}, & \text{falls } n \text{ ungerade, } j \text{ gerade.} \end{cases}$$

(243)
$$\begin{cases} S_n^{(j)}(\infty) = 0, \\ T_n^{(j)}(\infty) = 0. \end{cases}$$

(244)
$$\begin{cases} S_{nj}(\infty) = \infty. \\ T_{nj}(\infty) \quad \infty. \end{cases}$$

(245)
$$Q_n^{(j)}(\infty) = 0; \quad Q_{nj}(\infty) = 0.$$

(246)
$$\begin{cases} S_n^{(j)}(1) = \infty; \quad S_{nj}(1) = \infty; \\ S_n^{(j)}(-1) = \dfrac{1}{2^j}\,\dfrac{(j+n)!}{j(j-1)\cdots(j-n)}; \\ S_{nj}(-1) = 0. \end{cases}$$

(247)
$$\begin{cases} T_n^{(j)}(-1) = \infty; \quad T_{nj}(-1) = \infty; \\ T_n^{(j)}(1) = \dfrac{(-1)^{j-n}}{2^j}\,\dfrac{(j+n)!}{j(j-1)\cdots(j-n)}, \\ T_{nj}(1) \quad 0. \end{cases}$$

(248)
$$\begin{cases} Q_n^{(j)}(1) = \infty; \quad Q_{nj}(1) = \infty; \\ Q_n^{(j)}(-1) = \infty; \quad Q_{nj}(-1) = \infty. \end{cases}$$

Die meisten der im Vorhergehenden bei der Behandlung der abgeleiteten Kugelfunctionen erhaltenen Reihen lassen sich auf hypergeometrische Reihen ohne jede Schwierigkeit zurückführen. Es ist auch deshalb nicht nöthig, diese Ausdrücke hier näher vorzuführen.

Zweite Abtheilung.

Formeln für einige Randwerthaufgaben der Potentialtheorie.

Aus der Theorie der Reihenentwickelung nach Kugelfunctionen.

45. Wegen des Folgenden mögen einige bekannte Formeln zusammengestellt werden, welche sich auf Reihenentwickelungen nach Kugelfunctionen beziehen.

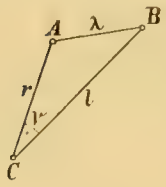


Fig. 1.

Die Entfernungen zweier Punkte A und B von einem dritten Punkte C seien r und l bezw. (Fig. 1), die gegenseitige Entfernung der Punkte A und B sei λ, der Winkel zwischen r und l sei γ. Alsdann hat man für die reciproke Entfernung zwischen A und B

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\sqrt{l^2 - 2lr\cos\gamma + r^2}}, \tag{1}$$

wenn $\cos\gamma = x$ gesetzt wird, die bekannten Entwickelungen nach Kugelfunctionen

$$\frac{1}{\sqrt{l^2 - 2lrx + r^2}} = \frac{1}{l}\left\{1 + P_1(x)\frac{r}{l} + P_2(x)\frac{r^2}{l^2} + \cdots + P_n(x)\frac{r^n}{l^n} + \cdots\right\}, \tag{2}$$

falls $l > r$ ist, und

$$\frac{1}{\sqrt{l^2 - 2lrx + r^2}} = \frac{1}{r}\left\{1 + P_1(x)\frac{l}{r} + P_2(x)\frac{l^2}{r^2} + \cdots + P_n(x)\frac{l^n}{r^n} + \cdots\right\}, \tag{3}$$

falls $l < r$ ist.

In einfachem Zusammenhange mit den Formeln (2) und (3) stehen ein Paar Formeln, welche für die Hypothese $l > r$ entwickelt werden sollen. Differentiirt man die Reihe (2) in Bezug auf r, so ergiebt sich

$$\frac{lx - r}{(l^2 - 2lrx + r^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{1}{l^2}\left\{P_1(x) + 2P_2(x)\frac{r}{l} + \cdots + nP_n(x)\frac{r^{n-1}}{l^{n-1}} + \cdots\right\}. \tag{4}$$

Multiplicirt man links in (2) im Zähler und Nenner mit $l^2 - 2lrx + r^2$ und addirt die entstandene Gleichung zu der mit $2r$ multiplicirten Gleichung (4), so erhält man

$$\frac{l^2-r^2}{(l^2-2\,l\,r\,x+r^2)^{\frac{3}{2}}}=\frac{1}{l}\left\{1+3\,P_1(x)\frac{r}{l}+5\,P_2(x)\frac{r^2}{l^2}+\cdots\cdots+(2\,n+1)\,P_n(x)\frac{r^n}{l^n}+\cdots\cdots\right\}$$

oder

$$\text{(5)}\quad \frac{1}{\lambda^3}=\frac{1}{(l^2-2\,l\,r\,x+r^2)^{\frac{3}{2}}}=\frac{1}{l\,(l^2-r^2)}\left\{1+3\,P_1(x)\frac{r}{l}+5\,P_2(x)\frac{r^2}{l^2}+\cdots\cdots+(2\,n+1)\,P_n(x)\frac{r^n}{l^n}+\cdots\cdots\right\}.$$

Es ist bekanntlich

$$\text{(6)}\quad |P_n(x)|\leqq 1,$$

wenn

$$-1\leqq x\leqq 1.$$

Hieraus folgt, dass die Reihen (2) und (5) absolut konvergent sind, wenn $l>r$ ist.

46. Eine Function $F(x)$, deren Werthe in dem Intervalle $-1\leqq x\leqq 1$ arbiträr, und zwar so vorgeschrieben sind, dass die Function endlich bleibt, dass sie entweder stetig veränderlich ist oder in einzelnen Punkten, welche nicht unendlich viele sein dürfen, s. g. endliche Diskontinuitäten aufzeigt, dass sie ferner innerhalb des Intervalles nicht unendlich viele Maxima oder Minima besitzt, lässt sich bekanntlich mittels einer nach Kugelfunctionen fortschreitenden Reihe

$$\text{(7)}\quad F(x)=A_0\,P_0(x)+A_1\,P_1(x)+\cdots\cdots+A_n\,P_n(x)+\cdots\cdots,$$

darstellen, worin die Coefficienten A folgende Werthe haben

$$\text{(8)}\quad A_n=\frac{2\,n+1}{2}\int_{-1}^{1}F(x)\,P_n(x)\,dx.$$

Somit ist, wenn ξ als Integrationsvariable gebraucht wird,

$$\text{(9)}\quad F(x)=\sum_{n=0}^{\infty}\frac{2\,n+1}{2}P_n(x)\int_{-1}^{1}F(\xi)\,P_n(\xi)\,d\xi.$$

Es giebt nur eine einzige Darstellung von $F(x)$ von der Form (7).

Man hat, sobald m und n grösser als Null sind,

$$\text{(10)}\quad \int_{-1}^{1}P_m(x)\,P_n(x)\,dx=0,\ \text{falls } m\gtrless n.$$

$$\text{(11)}\quad \int_{-1}^{1}P_n^2(x)\,dx=\frac{2}{2\,n+1}.$$

Ferner ist

$$\text{(12)}\quad \begin{cases}\displaystyle\int_0^1 P_n(x)\,dx=0, \text{ falls } n \text{ gerade und grösser als Null.}\\ \displaystyle\int_0^1 P_n(x)\,dx=(-1)^{\frac{n-1}{2}}\frac{1}{n}\frac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot n}{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot(n+1)}, \text{ falls } n \text{ ungerade.}\end{cases}$$

$$(13)\quad \begin{cases} \int_0^1 P_m(x)\,P_n(x)\,dx = 0, \text{ falls } m+n \text{ gerade und } m \gtrless n. \\ \int_0^1 P_m(x)\,P_n(x)\,dx = (-1)^{\frac{m+n+1}{2}} \frac{1}{(m-n)(m+n+1)} \frac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot(m-1)}{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot m} \frac{1\cdot 3\cdot 5\cdot\cdots\cdot n}{2\cdot 4\cdot 6\cdot\cdots\cdot(n-1)}, \\ \qquad\qquad \text{falls } m \text{ gerade, } n \text{ ungerade.} \end{cases}$$

47. Wir betrachten eine Potentialfunction V, welche cirkuläre Symmetrie in Bezug auf eine gegebene Achse, die x-Achse, zeigt. Hiermit versteht man, dass in allen Punkten eines jeden Kreises, dessen Mittelpunkt auf der x-Achse liegt und dessen Ebene senkrecht auf die x-Achse steht, V denselben Werth hat. Die Lage eines der genannten Kreise werde bestimmt durch die Entfernung r seiner Punkte von einem festen Punkte C der x-Achse, und durch den Winkel θ, welchen die Erzeugenden des Kegels, welcher C zur Spitze hat und den Kreis enthält, mit der positiven x-Achse bilden. Mit diesen Bestimmungen ist also V eine Function von r und θ.

Führt man in der Potentialgleichung

$$\triangle V = 0$$

die Coordinaten r und θ ein, so bekommt man bekanntlich die Gl.

$$(14)\quad \frac{\partial}{\partial r}\left(r^2 \frac{\partial V}{\partial r}\right) + \frac{1}{\sin\theta}\frac{\partial}{\partial\theta}\left(\sin\theta \frac{\partial V}{\partial\theta}\right) = 0.$$

Zu dieser Gleichung werden Integrale von der Form

$$(15)\quad V = R\,P$$

gebildet, wobei R eine Function nur von r, P eine Function nur von θ ist, und zwar muss hierbei R der Differentialgleichung

$$(16)\quad r^2 \frac{d^2R}{dr^2} + 2r\frac{dR}{dr} - cR = 0,$$

P der Differentialgleichung

$$(17)\quad \frac{1}{\sin\theta}\frac{d}{d\theta}\left(\sin\theta \frac{dP}{d\theta}\right) + cP = 0$$

genügen, wobei c eine beliebige Constante ist.

Die Gleichung (16) besitzt die partikulären Integrale

$$r^{n_1} \quad \text{und} \quad r^{n_2},$$

wenn n_1 und n_2 die Wurzeln der Gl.

$$(18)\quad n(n+1) = c$$

sind. Wir beschränken uns auf den für das Folgende genügenden Fall, in welchem n_1 und n_2 positive oder negative ganze Zahlen sind, d. h. wir nehmen die Constante c von der Form (18), mit n eine positive ganze Zahl verstanden. Alsdann sind

(18) $$r^n \quad \text{und} \quad r^{-(n+1)}$$

partikuläre Integrale von (16); und die Gl. (17) nimmt die Form an:

(19) $$\frac{1}{\sin\theta}\frac{d}{d\theta}\left(\sin\theta\,\frac{dP}{d\theta}\right) + n(n+1)P = 0.$$

Setzt man hier $\cos\theta = x$, so erhält man

$$\frac{d}{dx}\left\{(1-x^2)\frac{dP}{dx}\right\} + n(n+1)P = 0,$$

d. h. die Differentialgleichung (2), Abth. I, der Kugelfunctionen. Die Diff.-Gl. (19) hat folglich die partikulären Integrale

(20) $$P_n(\sin\theta) \quad \text{und} \quad Q_n(\sin\theta),$$

und die Diff.-Gl. (14) die partikulären Integrale

(21) $$\begin{cases} r^n P_n(\sin\theta); & r^{-n-1} P_n(\sin\theta); \\ r^n Q_n(\sin\theta); & r^{-n-1} Q_n(\sin\theta); \end{cases}$$

von welchen jedoch den in der ersten Reihe stehenden Integralen eine wesentlich grössere Bedeutung zukommt, als den in der zweiten Reihe stehenden Integralen.

Multiplicirt man die Integrale (21) mit beliebigen Constanten, so bekommt man wieder Integrale der linearen Gleichung (14), ebenso, wenn man die Summen solcher Producte bildet. Die Summen können auch unendlich viele Glieder enthalten, vorausgesetzt, dass sie convergent sind. Eine besondere Bedeutung für uns haben die partikulären Integrale von der Form

(22) $$V = A_0 P_0(\cos\theta) + A_1 r P_1(\cos\theta) + A_2 r^2 P_2(\cos\theta) + \cdots + A_n r^n P_n(\cos\theta) + \cdots$$
$$+ B_0 \frac{1}{r} P_0(\cos\theta) + B_1 \frac{1}{r^2} P_1(\cos\theta) + B_2 \frac{1}{r^3} P_2(\cos\theta) + \cdots B_n \frac{1}{r^{n+1}} P_n(\cos\theta) + \cdots.$$

Durch angemessene Bestimmung der Constanten A und B in (22) erhält man die Lösung einer grossen Anzahl von Aufgaben.

Potential einer Kugelschale.

48. Die Fläche einer Kugel mit dem Radius R (Fig. 2) ist so mit Masse belegt, dass die Dichtigkeit σ der Massenbelegung in allen Punkten desselben Parallelkreises dieselbe ist. Bezeichnet man mit α das Complement der Breite des Parallelkreises, so ist somit

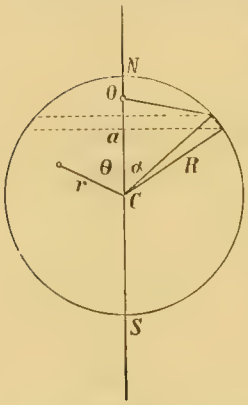


Fig. 2.

$$\sigma = f(\cos\alpha) = f(x), \tag{23}$$

indem $\cos\alpha = x$ gesetzt wird. Das Potential der Flächenbelegung wird in dem inneren Raume darstellbar sein in der Form

$$V_i = A_0 + A_1 r P_1(\cos\theta) + A_2 r^2 P_2(\cos\theta) + \cdots + A_n r^n P_n(\cos\theta) + \cdots = \sum_{n=0}^{\infty} A_n r^n P_n(\cos\theta). \tag{24}$$

In dem Ausdrucke (22) dürfen nämlich in diesem Falle negative Potenzen von r nicht vorkommen, weil das Potential für $r = 0$ endlich sein muss.

Die Coefficienten A in (24) bestimmt man mittels der Potentialwerthe in der Achse der Kugel. In einem auf der Achse gelegenen Punkte O, dessen Abstand vom Mittelpunkte C gleich a ist, ergiebt sich nämlich direct ein Potential, welches mit V_1 bezeichnet werden mag.

$$V_1 = \int_0^{\pi} \frac{2\pi\sigma R^2 \sin\alpha\, d\alpha}{\sqrt{R^2 - 2Ra\cos\alpha + a^2}} = 2\pi R^2 \int_{-1}^{1} \frac{f(x)\,dx}{\sqrt{R^2 - 2Rax + a^2}} = \tag{25}$$

$$= 2\pi R \int_{-1}^{1} f(x)\,dx \left\{1 + \frac{a}{R}P_1(x) + \frac{a^2}{R^2}P_2(x) + \cdots + \frac{a^n}{R^n}P_n(x) + \cdots\right\} =$$

$$= 2\pi R \left\{\int_{-1}^{1} f(x)\,dx + \frac{a}{R}\int_{-1}^{1} f(x)P_1(x)\,dx + \cdots + \frac{a^n}{R^n}\int_{-1}^{1} f(x)P_n(x)\,dx + \cdots\right\}.$$

Der Ausdruck (24) muss, für $\theta = 0$ und $a = r$, mit dem letzten Ausdrucke (25) identisch übereinstimmen. Für $\theta = 0$ hat man allgemein

$$P_n(\cos\theta) = 1,$$

somit folgt

$$A_0 = 2\pi R \int_{-1}^{1} f(x)\,dx,$$

$$A_1 = 2\pi R \frac{1}{R}\int_{-1}^{1} f(x)P_1(x)\,dx,$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$A_n = 2\pi R \frac{1}{R^n}\int_{-1}^{1} f(x)P_n(x)\,dx,$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

Für das Potential in dem inneren Raume ergiebt sich also aus (24)

$$(26)\qquad V_i = 2\pi R\left\{\int_{-1}^{1} f(x)\,dx + \frac{r}{R}\int_{-1}^{1} f(x)\,P_1(x)\,dx\cdot P_1(\cos\theta) + \cdots\right.$$
$$\left. + \frac{r^n}{R^n}\int_{-1}^{1} f(x)\,P_n(x)\,dx\cdot P_n(\cos\theta) + \cdots\right\} =$$
$$= 2\pi R\sum_{n=0}^{\infty}\frac{r^n}{R^n}\int_{-1}^{1} f(x)\,P_n(x)\,dx\cdot P_n(\cos\theta).$$

Es sei die Dichte σ darstellbar in der Form

$$(27)\qquad \sigma = f(x) = a_0 + a_1 P_1(x) + a_2 P_2(x) + \cdots + a_n P_n(x) + \cdots.$$

Alsdann ist nach (10) und (11)

$$\int_{-1}^{1} f(x)\,P_n(x)\,dx = \frac{2}{2n+1}\,a_n,$$

und die Formel (26) geht über in

$$(28)\qquad V_i = 4\pi R\left\{a_0 + \frac{1}{3}\,a_1\frac{r}{R}\,P_1(\cos\theta) + \frac{1}{5}\,a_2\frac{r^2}{R^2}\,P_2(\cos\theta) + \cdots\right.$$
$$\left. \cdots + \frac{1}{2n+1}\,a_n\frac{r^n}{R^n}\,P_n(\cos\theta) + \cdots\right\}.$$

Die Masse M, welche sich auf der Kugelfläche befindet, beträgt

$$(29)\qquad M = 2\pi R^2\int_{-1}^{1} f(x)\,dx.$$

Nach (26) ist das Potential im Mittelpunkte der Kugel gleich $2\pi R\int_{-1}^{1} f(x)\,dx$, somit gleich $\frac{M}{R}$, gerade als ob die Masse gleichförmig über die Kugelfläche vertheilt wäre, was mit einem allgemeineren Satze von Gauss im Einklang ist, sonst auch unmittelbar hervorgeht.

49. Berechnen wir jetzt das Potential der Massenbelegung der Kugelfläche, im äusseren Raume. Für das Potential V_1 in der Achse ergiebt sich

$$(30)\qquad V_1=\int_0^{\pi}\frac{2\pi\sigma R^2\sin\alpha\,d\alpha}{\sqrt{R^2-2Ra\cos\alpha+a^2}}=2\pi R^2\int_{-1}^{1}\frac{f(x)\,dx}{\sqrt{R^2-2Rax+a^2}}=$$

$$=\frac{2\pi R^2}{a}\int_{-1}^{1}f(x)\,dx\left\{1+\frac{R}{a}P_1(x)+\frac{R^2}{a^2}P_2(x)+\cdots+\frac{R^n}{a^n}P_n(x)+\cdots\right\}=$$

$$=2\pi R^2\left\{\frac{1}{a}\int_{-1}^{1}f(x)\,dx+\frac{R}{a^2}\int_{-1}^{1}f(x)P_1(x)\,dx+\cdots+\frac{R^n}{a^{n+1}}\int_{-1}^{1}f(x)P_n(x)\,dx+\cdots\right\}.$$

Im äusseren Raume reducirt sich der Ausdruck (22) auf die Glieder mit negativen Potenzen von r, weil V für $r=\infty$ nicht nur endlich bleiben, sondern den Werth Null annehmen muss. Es ist somit das Potential V_a im äusseren Raume

$$(31)\qquad V_a=B_0\frac{1}{r}+B_1\frac{1}{r^2}P_1(\cos\theta)+B_2\frac{1}{r^3}P_2(\cos\theta)+\cdots+B_n\frac{1}{r^{n+1}}P_n(\cos\theta)+\cdots=$$

$$=\sum_{n=0}^{\infty}B_n\frac{1}{r^{n+1}}P_n(\cos\theta).$$

Die Coefficienten B bestimmen sich mit Hülfe von (30). Für $\theta=0$, $a=r$ müssen nämlich die Ausdrücke (30) und (31) identisch übereinstimmen. Somit folgt

$$B_0=2\pi R^2\int_{-1}^{1}f(x)\,dx,$$

$$B_1=2\pi R^2\cdot R\int_{-1}^{1}f(x)P_1(x)\,dx,$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$B_n=2\pi R^2\cdot R^n\int_{-1}^{1}f(x)P_n(x)\,dx,$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

und

$$(32)\qquad V_a=2\pi R^2\left\{\frac{1}{r}\int_{-1}^{1}f(x)\,dx+\frac{R}{r^2}\int_{-1}^{1}f(x)P_1(x)\,dx\cdot P_1(\cos\theta)+\cdots\right.$$

$$\left.+\frac{R^n}{r^{n+1}}\int_{-1}^{1}f(x)P_n(x)\,dx\cdot P_n(\cos\theta)+\cdots\right\}=$$

$$=2\pi R^2\sum_{n=0}^{\infty}\frac{R^n}{r^{n+1}}\int_{-1}^{1}f(x)P_n(x)\,dx\cdot P_n(\cos\theta).$$

Wenn die Dichte in der Form (27) gegeben ist, so folgt

$$(33)\qquad V_a=\frac{4\pi R^2}{r}\left\{a_0+\frac{1}{3}a_1\frac{R}{r}P_1(\cos\theta)+\frac{1}{5}a_2\frac{R^2}{r^2}P_2(\cos\theta)+\cdots\right.$$

$$\left.+\frac{1}{2n+1}a_n\frac{R^n}{r^n}P_n(\cos\theta)+\cdots\right\}.$$

Aus (32) und (29) erhält man

$$\lim_{(r=\infty)} r\, V_a = 2\pi R^2 \int_{-1}^{1} f(x)\, dx = M, \tag{34}$$

welche Gleichung eine bekannte Eigenschaft der Potentialfunction aussagt.

Die Reihen in (28) und (33) convergiren, die erstere in dem inneren, die letztere in dem äusseren Raume, d. h. für $r < R$ und $r > R$ bezw. Weil aber die Potentialfunction in der Kugelfläche selbst endlich und stetig bleibt, schliesst man, dass diese Reihen auch für $r = R$ convergent sind, und zwar ergeben sie dann beide den Werth

$$V_0 = 4\pi R \left\{ a_0 + \frac{1}{3} a_1 P_1(\cos\alpha) + \frac{1}{5} a_2 P_2(\cos\alpha) + \cdots + \frac{1}{2n+1} a_n P_n(\cos\alpha) + \cdots \right\} = \tag{35}$$

$$= 4\pi R \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{2n+1} a_n P_n(\cos\alpha).$$

Die drei Randwerthaufgaben, für den inneren und für den äusseren Kugelraum, nebst Anwendungen.

50. Es werde jetzt verlangt, die Differentialgleichung

$$\triangle V = 0$$

für das Innere einer Kugel vom Radius R zu integriren, wenn die Werthe von V in der Kugelfläche selbst vorgeschrieben sind, und zwar so, dass diese Werthe cirkuläre Symmetrie zeigen, und dass V sich in der ganzen Fläche stetig verändert. Die gesuchte Function V soll innerhalb der Kugel stetig sein.

Die Aufgabe wird eine Randwerthaufgabe erster Art genannt, und ist bekanntlich längst in noch allgemeinerer Gestalt (indem keine cirkuläre Symmetrie besteht) und in verschiedenen Formen gelöst worden. Die Lösung in der Form einer Entwickelung nach Kugelfunctionen ergiebt sich einfach aus den Formeln in den Art. 48 und 49.

Es sei V_0 die in der Kugelfläche gegebene Function, welche als ein Potential zu betrachten ist, in folgende Form gebracht worden, was laut den gemachten Annahmen immer möglich ist,

$$V_0 = A_0 + A_1 P_1(x) + A_2 P_2(x) + \cdots + A_n P_n(x) + \cdots, \tag{36}$$

worin $x = \cos\alpha$ gesetzt worden ist. Vergleicht man diesen Ausdruck mit (35), so ergiebt sich nach (27) für die Dichte derjenigen Flächenbelegung, welche das Potential (36) in der Kugelfläche giebt,

$$\sigma = \frac{1}{4\pi R}\left\{A_0 + 3A_1 P_1(x) + 5A_2 P_2(x) \cdots + (2n+1)A_n P_n(x) + \cdots\right\}, \tag{37}$$

und nach (28) für das Potential im inneren Kugelraume

$$V_i = A_0 + A_1 \frac{r}{R} P_1(\cos\theta) + A_2 \frac{r^2}{R^2} P_2(\cos\theta) + \cdots + A_n \frac{r^n}{R^n} P_n(\cos\theta) + \cdots = \tag{38}$$

$$= \sum_{n=0}^{\infty} A_n \frac{r^n}{R^n} P_n(\cos\theta).$$

Diese Formel enthält die Lösung der betrachteten inneren Randwerthaufgabe.

Aus (36) folgt

$$A_n = \frac{2n+1}{2}\int_{-1}^{1} V_0 P_n(x)\, dx, \tag{39}$$

und der Formel (38) kann also auch die Form gegeben werden:

$$V_i = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2n+1}{2} \frac{r^n}{R^n} P_n(\cos\theta) \int_{-1}^{1} V_0 P_n(x)\, dx. \tag{40}$$

Es ist A_0 das Potential im Kugelmittelpunkte und $RA_0 = M$ die Gesammtmasse der Flächenbelegung.

51. Dieselbe Aufgabe wie im Art. 50 möge jetzt gestellt werden, mit dem Unterschiede, dass die Differentialglechung

$$\triangle V = 0$$

für den äusseren Kugelraum zu integriren ist, indem für V in der Kugelfläche selbst cirkulärsymmetrische Werthe vorgeschrieben sind. Es wird verlangt, dass $V = 0$ für $r = \infty$ sei.

V lässt sich wieder als ein Potential auffassen. Aus den gegebenen Werthen in der Kugelfläche:

$$V_0 = A_0 + A_1 P_1(x) + A_2 P_2(x) + \cdots + A_n P_n(x) + \cdots, \tag{36}$$

erhält man wie im Art. 50 die Dichte der Flächenbelegung

$$\sigma = \frac{1}{4\pi R}\left\{A_0 + 3A_1 P_1(x) + 5A_2 P_2(x) + \cdots + (2n+1)A_n P_n(x) + \cdots\right\}. \tag{37}$$

Mittels der Formel (33) folgt ferner

$$(41)\qquad V_a = \frac{R}{r}\left\{A_0 + A_1\frac{R}{r}P_1(\cos\theta) + A_2\frac{R^2}{r^2}P_2(\cos\theta) + \cdots + A_n\frac{R^n}{r^n}P_n(\cos\theta) + \cdots\right\}.$$

$$= \sum_{n=0}^{\infty} A_n \frac{R^{n+1}}{r^{n+1}} P_n(\cos\theta).$$

Mit Anwendung der Formel (39) ergiebt sich noch

$$(42)\qquad V_a = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2n+1}{2}\frac{R^{n+1}}{r^{n+1}} P_n(\cos\theta)\int_{-1}^{1} V_0 P_n(x)\,dx.$$

Die Formeln (41) und (42) enthalten jede die Lösung der gestellten äusseren Randwerthaufgabe erster Art.

Nach (34) ist die Gesammtmasse der Flächenbelegung das mit r multiplicirte erste Glied in (41), d. h. RA_0, wie im Art. 50.

52. Bevor wir zu den Randwerthaufgaben der zweiten und dritten Art weiter gehen, mögen einige Anwendungen der Formeln in den Art. 50 und 51 gemacht werden, welche zu bekannten Resultaten führen. Es sei O ein auf der Kugelachse, im inneren Raume gelegener Punkt (Fig. 3), L ein beliebiger Punkt auf der Kugelfläche, λ die Entfernung zwischen O und L. Ferner werde angenommen, dass die Potentialfunction V_0 in der Kugelfläche durch den Ausdruck

$$(43)\qquad V_0 = \frac{M}{\lambda}$$

gegeben sei, so liegt die innere Randwerthaufgabe erster Art zur Lösung vor.

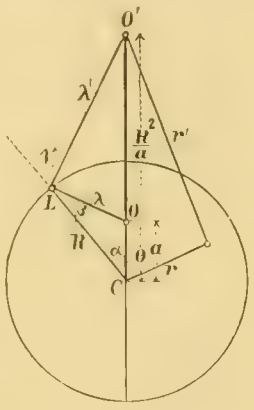


Fig. 3.

Für V_0 besteht nach der Formel (2) (worin nach Fig. 3 zu nehmen ist $l = R$, $r = a$, $x = \cos\alpha$) die Entwickelung

$$(44)\qquad V_0 = M\left\{\frac{1}{R} + \frac{a}{R^2}P_1(x) + \frac{a^2}{R^3}P_2(x) + \cdots + \frac{a^n}{R^{n+1}}P_n(x) + \cdots\right\}.$$

Diese Entwickelung soll in dem betrachteten Falle mit (36) identisch sein. Nunmehr ergiebt sich mittels der Formel (38) das Potential innerhalb der Kugelfläche

$$(45)\qquad V_i = M\left\{\frac{1}{R} + \frac{ar}{R^3}P_1(\cos\theta) + \frac{a^2r^2}{R^5}P_2(\cos\theta) + \cdots + \frac{a^n r^n}{R^{2n+1}}P_n(\cos\theta) + \cdots\right\}.$$

Die Dichte der Flächenbelegung, welche innerhalb der Kugel das Potential (45) erzeugt, ist nach (37)

$$\sigma = \frac{M}{4\pi R^2}\left\{1 + 3\frac{a}{R}P_1(x) + 5\frac{a^2}{R^2}P_2(x) + \cdots + (2n+1)\frac{a^n}{R^n}P_n(x) + \cdots\right\}, \tag{46}$$

und die Masse der Belegung beträgt M.

Die Formeln (45) und (46) lassen eine interessante Deutung zu. Es sei O' (Fig. 3) der reciproke Punkt zu O, also gelegen auf demselben Kugelradius wie O und in dem Abstande $\frac{R^2}{a}$ vom Mittelpunkte. Der Abstand zwischen L und O' werde mit λ' bezeichnet, der Abstand von O' zu den Punkten des durch die Coordinaten r und θ bestimmten Kreises sei r'. Es ist dann

$$\frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{R}{a}, \tag{47}$$

$$\frac{1}{\lambda'} = \frac{a}{R}\frac{1}{\lambda} = \frac{a}{R^2}\left\{1 + \frac{a}{R}P_1(x) + \frac{a^2}{R^2}P_2(x) + \cdots + \frac{a^n}{R^n}P_n(x) + \cdots\right\}, \tag{48}$$

und mittels (2) folgt, für $l = \frac{R^2}{a}$, $r = r$, $x = \cos\theta$,

$$\frac{1}{r'} = \frac{1}{\sqrt{r^2 - 2r\frac{R^2}{a}\cos\theta + \frac{R^4}{a^2}}} = \frac{a}{R}\left\{\frac{1}{R} + \frac{ar}{R^3}P_1(\cos\theta) + \cdots + \frac{a^n r^n}{R^{2n+1}}P_n(\cos\theta) + \cdots\right\}. \tag{49}$$

Ferner ergiebt sich mittels (47) und (5), indem $l = R$, $r = a$ genommen wird,

$$\frac{1}{\lambda'^3} = \left(\frac{a}{R}\right)^3\frac{1}{\lambda^3} = \frac{a^3}{R^4(R^2 - a^2)}\left\{1 + 3P_1(x)\frac{a}{R} + \cdots + (2n+1)P_n(x)\frac{a^n}{R^n} + \cdots\right\}. \tag{50}$$

Vergleicht man jetzt die Formeln (45) und (49), (46) und (50) mit einander, so bekommt man als Endergebniss

$$V_i = \frac{\frac{R}{a}M}{r'}, \tag{51}$$

$$\sigma = \frac{M}{4\pi}\frac{R^2(R^2 - a^2)}{a^3}\frac{1}{\lambda'^3}, \tag{52}$$

d. h. das Potential innerhalb der Kugelfläche ist gleich dem Potentiale der im Punkte O' gedachten Masse $\frac{R}{a}M$. Die Dichte der Flächenbelegung ist umgekehrt proportional mit der dritten Potenz der Entfernung von O'.

Für den äusseren Raum bekommt man, wenn das Potential in der Kugelfläche in der Form (43) vorgeschrieben ist, mit Anwendung von (44) und (41) das Potential

$$(53) \qquad V_a = \frac{M}{r}\left\{1 + \frac{a}{r} P_1(\cos\theta) + \frac{a^2}{r^2} P_2(\cos\theta) + \cdots + \frac{a^n}{r^n} P_n(\cos\theta) + \cdots\right\}.$$

Bezeichnet man den Abstand vom Punkte (r, θ) zum Punkte O mit l, so ist

$$\frac{1}{l} = \frac{1}{\sqrt{r^2 - 2ra\cos\theta + a^2}}$$

$$= \frac{1}{r}\left\{1 + \frac{a}{r} P_1(\cos\theta) + \frac{a^2}{r^2} P_2(\cos\theta) + \cdots + \frac{a^n}{r^n} P_n(\cos\theta) + \cdots\right\}.$$

Folglich ergiebt sich aus (53)

$$V_a = \frac{M}{l},$$

d. h. das Potential ausserhalb der Kugelfläche ist gleich dem Potentiale einer im Punkte O gedachten Masse M.

Für σ ergiebt sich derselbe Ausdruck (46) wie vorher. Die Masse der Flächenbelegung ist M.

Die in diesem Art. aufgestellten Formeln lösen das Problem der elektrischen Influenz zwischen einer leitenden Kugelfläche und einem geladenen Punkte, im äusseren oder inneren Raume. Es sei z. B. der Punkt O' (Fig. 3) mit der Elektricitätsmenge E versehen und die Kugel zur Erde abgeleitet. E giebt im Inneren der Kugel das Potential $\frac{E}{r'}$. Man bekommt das Potential $-\frac{E}{r'}$ innerhalb der Kugel mittels einer Belegung der Kugelfläche von der Dichte (vergl. (51) und (52), wobei $\frac{R}{a} M = -E$)

$$(55) \qquad \sigma = -\frac{E}{4\pi} \frac{R(R^2 - a^2)}{a^2} \frac{1}{\lambda'^3}.$$

Die Ladung E in O' und die Belegung (55) auf der Kugelfläche geben zusammen innerhalb der Kugel das Potential Null, folglich giebt der Ausdruck (55) die gesuchte Elektricitätsvertheilung auf der Kugel an. Von dieser Vertheilung erwächst ausserhalb der Kugel dasselbe Potential wie von einer in O sich befindenden Elektricitätsmenge $-\frac{a}{R} E$. Bekanntlich nennt man O das elektrische Bild von O'.

53. Es werde jetzt verlangt, die Differentialgleichung

$$\triangle V = 0$$

für das Innere einer Kugel vom Radius R zu integriren, wenn die Werthe von $\frac{\partial V_i}{\partial n_i}$, d. h. der Derivirten von V in die Richtung der Normale nach Innen, in der Kugelfläche vorgeschrieben sind, und zwar so, dass diese Werthe cirkuläre Symme-

trie besitzen und dass sie sich in der ganzen Fläche stetig verändern. V soll innerhalb der Kugel stetig sein.

Die Aufgabe wird eine Randwerthaufgabe zweiter Art genannt. V wird wieder als ein Potential betrachtet.

Man hat jetzt

$$\frac{\partial V_i}{\partial n_i} = \Big|^R \left(-\frac{\partial V_i}{\partial r}\right). \tag{56}$$

Es sei gegeben

$$\frac{\partial V_i}{\partial n_i} = B_1 P_1(x) + B_2 P_2(x) + \cdots + B_n P_n(x) + \cdots. \tag{57}$$

Ein von Null verschiedenes constantes Glied B_0 darf nicht vorkommen, denn man nehme an, es wäre

$$\frac{\partial V_i}{\partial n_i} = B_0.$$

Dann würde sich ergeben:

$V =$ eine Function von r

und in der Kugelfläche

$V =$ constant.

Nach einem bekannten Satze der Potentialtheorie ist V dann auch innerhalb der Kugelfläche constant, und es folgt

$$\Big|^R \left(-\frac{\partial V_i}{\partial r}\right) = \frac{\partial V_i}{\partial n_i} = B_0 = 0.$$

Aus der Formel (24) für das Potential innerhalb einer Kugelschale erhält man

$$\frac{\partial V_i}{\partial r} = A_1 P_1(\cos\theta) + 2 A_2 r P_2(\cos\theta) + \cdots + n A_n r^{n-1} P_n(\cos\theta) + \cdots,$$

und für $r = R$, indem man beachtet, dass $\frac{\partial V_i}{\partial r}$ bis zur Kugelfläche stetig ist,

$$\frac{\partial V_i}{\partial n_i} = \Big|^R \left(-\frac{\partial V_i}{\partial r}\right) = -A_1 P_1(x) - 2 A_2 R P_2(x) - \cdots - n A_n R^{n-1} P_n(x) - \cdots. \tag{58}$$

Vergleicht man jetzt die Ausdrücke (57) und (58) mit einander, so ergiebt sich

$$A_1 = -B_1;\ A_2 = -\frac{1}{2}\frac{B_2}{R};\ \cdots A_n = -\frac{1}{n}\frac{B_n}{R^{n-1}};\ \cdots \tag{59}$$

und es folgt, indem man diese Werthe in (24) einsetzt, für das gesuchte Potential innerhalb der Kugelfläche:

$$(60)\qquad V_i = A_0 - R\left\{B_1\frac{r}{R}P_1(\cos\theta) + \frac{1}{2}B_2\frac{r^2}{R^2}P_2(\cos\theta) + \cdots + \frac{1}{n}B_n\frac{r^n}{R^n}P_n(\cos\theta) + \cdots\right\} =$$

$$- A_0 - R\sum_1^\infty \frac{1}{n}B_n\frac{r^n}{R^n}P_n(\cos\theta).$$

Weil

$$B_n = \frac{2n+1}{2}\int_{-1}^{+1}\frac{\partial V_i}{\partial n_i}P_n(x)\,dx$$

ist, so kann der Formel (60) auch die folgende Form gegeben werden:

$$(61)\qquad V_i = A_0 - R\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2n+1}{2n}\frac{r^n}{R^n}P_n(\cos\theta)\int_{-1}^{+1}\frac{\partial V_i}{\partial n_i}P_n(x)\,dx.$$

Die Formel (60) oder (61) löst die Aufgabe. Die Constante A_0 bleibt unbestimmt. Um dieselbe zu bestimmen, muss ein Werth von V_i bekannt sein, z. B. der Werth im Kugelmittelpunkte, welcher eben gleich A_0 ist.

Mittels (27), (28) und (60) ergiebt sich für die Dichte der Flächenbelegung, welche innerhalb der Kugel das Potential (60) erzeugt,

$$(62)\qquad \sigma = \frac{A_0}{4\pi R} - \frac{1}{4\pi}\left\{\frac{3}{1}B_1P_1(x) + \frac{5}{2}B_2P_2(x) + \cdots + \frac{2n+1}{n}B_nP_n(x) + \cdots\right\} =$$

$$- \frac{A_0}{4\pi R} - \frac{1}{4\pi}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2n+1}{n}B_nP_n(x).$$

54. Bei der äusseren Randwerthaufgabe zweiter Art sind die Werthe von $\frac{\partial V_a}{\partial n_a} = \frac{\partial V_a}{\partial r}$ in der Kugelfläche vorgeschrieben.

$$(63)\qquad \frac{\partial V_a}{\partial n_a} = \Big|^R\frac{\partial V_a}{\partial r} = C_0 + C_1P_1(x) + C_2P_2(x) + \cdots + C_nP_n(x) + \cdots.$$

Die Aufgabe ist völlig bestimmt, weil V gleich Null für $r = \infty$ sein muss. Aus (31) folgt

$$\frac{\partial V_a}{\partial r} = -\frac{B_0}{r^2} - \frac{2B_1}{r^3}P_1(\cos\theta) - \cdots - \frac{(n+1)B_n}{r^{n+2}}P_n(\cos\theta) - \cdots$$

und für $r = R$, indem man beachtet, dass $\frac{\partial V_a}{\partial r}$ bis zur Kugelfläche stetig ist,

$$(64)\qquad \Big|^R\frac{\partial V_a}{\partial r} = -\frac{B_0}{R^2} - \frac{2B_1}{R^3}P_1(x) - \cdots - \frac{(n+1)B_n}{R^{n+2}}P_n(x) - \cdots.$$

Vergleicht man die letzte Gleichung mit (63), so findet man

$$B_0 = -R^2 C_0;\ B_1 = -\frac{1}{2} R^3 C_1;\ \cdots B_n = -\frac{1}{n+1} R^{n+2} C_n;\ \cdots \tag{65}$$

und durch Substitution dieser Werthe in (31) folgt das Potential im äusseren Raume:

$$V_a = -R\left\{ C_0 \frac{R}{r} + \frac{1}{2} C_1 \frac{R^2}{r^2} P_1(\cos\theta) + \cdots + \frac{1}{n+1} C_n \frac{R^{n+1}}{r^{n+1}} P_n(\cos\theta) + \cdots \right\} = \tag{66}$$

$$= -R \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n+1} C_n \frac{R^{n+1}}{r^{n+1}} P_n(\cos\theta).$$

Mit Anwendung der Coefficientenwerthe

$$C_n = \frac{2n+1}{2} \int_{-1}^{1} \frac{\partial V_a}{\partial n_a} P_n(x)\, dx$$

hat man auch

$$V_a = -R \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2n+1}{2(n+1)} \frac{R^{n+1}}{r^{n+1}} P_n(\cos\theta) \int_{-1}^{1} \frac{\partial V_a}{\partial n_a} P_n(x)\, dx. \tag{67}$$

Für die Dichte der Flächenbelegung, welche ausserhalb der Kugelfläche das Potential (66) erzeugt, berechnet sich mittels (27), (33) und (66)

$$\sigma = -\frac{1}{4\pi}\left\{ C_0 + \frac{3}{2} C_1 P_1(x) + \cdots + \frac{2n+1}{n+1} C_n P_n(x) + \cdots \right\} = \tag{68}$$

$$= -\frac{1}{4\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2n+1}{n+1} C_n P_n(x).$$

55. Als eine Anwendung der Formeln in den Art. 53 und 54 werde genommen, mit den Bezeichnungen in Fig. 3,

$$\frac{\partial V_i}{\partial n_i} = -\frac{R}{a} M \frac{\cos\gamma}{\lambda'^2}. \tag{69}$$

Weil die Dreiecke CLO' und COL einander ähnlich sind, ist der Winkel LOO' gleich γ, und man erhält

$$\cos\gamma = \frac{R\cos\alpha - a}{\lambda} = \frac{Rx - a}{\lambda}.$$

Ferner findet man, mit Anwendung von (47),

$$\frac{\partial V_i}{\partial n_i} = -\frac{a}{R} M \frac{Rx - a}{\lambda^3} = -\frac{a}{R} M \frac{Rx - a}{(R^2 - 2Rax + a^2)^{\frac{3}{2}}},$$

und mit Hülfe der Formel (4), Art. 45, indem $l = R$ und $r = a$ genommen wird, die Entwickelung

$$(70) \qquad \frac{\partial V_i}{\partial n_i} = -\frac{M a}{R^3}\left\{ P_1(x) + 2\,P_2(x)\frac{a}{R} + \cdots + n\,P_n(x)\frac{a^{n-1}}{R^{n-1}} + \cdots \right\}.$$

Indem dieser Ausdruck mit (57) identificirt wird, ergiebt sich aus (60)

$$(71) \qquad V_i = A_0 + \frac{M}{R}\left\{ \frac{a\,r}{R^2} P_1(\cos\theta) + \frac{a^2 r^2}{R^4} P_2(\cos\theta) + \cdots + \frac{a^n r^n}{R^{2n}} P_n(\cos\theta) + \cdots \right\}.$$

Nimmt man noch $A_0 = \frac{M}{R}$, wodurch die auf der Kugelfläche verbreitete Masse, welche im Innern der Kugel das Potential (71) erzeugt, zu M festgestellt wird, so stimmt der Ausdruck (71) vollständig mit (45) überein, woraus hervorgeht, dass das Potential innerhalb der Kugel dasselbe ist wie für eine in O' gelegene Masse $\frac{R}{a} M$. In der That bezeichnet auch (69) die von dieser Masse erzeugte Componente der Feldstärke, in den Punkten der Kugelfläche und auf die Richtung der Normale nach Innen bezogen.

Für die Dichte der entsprechenden Flächenbelegung bekommt man den Ausdruck (46).

Wenn die Normalcomponente der Feldstärke, nach Aussen genommen, in den Punkten der Kugelfläche durch den Ausdruck

$$(72) \qquad \frac{\partial V_a}{\partial n_a} = \Big|^R \frac{\partial V_a}{\partial r} = -\frac{M\cos\beta}{\lambda^2}$$

vorgeschrieben ist, so berechnet man im äusseren Raume das Potential (53), somit das Potential einer in O sich befindenden Masse M. Für die Dichte der Flächenbelegung ergiebt sich derselbe Ausdruck (46) wie vorher.

56. Gehen wir jetzt zu den Randwerthaufgaben dritter Art. Wenn die Begrenzungsfläche des betrachteten Raumes wie hier eine Kugel ist, können wir dieselbe im einfachsten Falle so fassen, dass der Werth von

$$\frac{\partial V}{\partial n} + h\,V,$$

in der Kugelfläche gegeben ist, wobei h eine Constante bezeichnet. Es soll cirkuläre Symmetrie vorhanden sein, und $\frac{\partial V}{\partial n} + h\,V$ sich in der Kugelfläche stetig ändern. Man nimmt für n die Richtung der inneren oder äusseren Normale, je nachdem die

Aufgabe für den inneren oder äusseren Raum gestellt wird. V soll in dem Raume, für welchen die Gl. $\triangle V = 0$ integrirt wird, überall stetig sein.

Es sei gegeben, bei der inneren Randwerthaufgabe,

$$\text{(73)} \qquad \left[\left(-\frac{\partial V_i}{\partial r} + h V_i\right)\right]^R = D_0 + D_1 P_1(x) + D_2 P_2(x) + \cdots + D_n P_n(x) + \cdots .$$

Man bildet aus

$$\text{(24)} \qquad \begin{aligned} V_i &= A_0 + A_1 r P_1(\cos\theta) + A_2 r^2 P_2(\cos\theta) + \cdots + A_n r^n P_n(\cos\theta) + \cdots , \\ \frac{\partial V_i}{\partial r} &= A_1 P_1(\cos\theta) + 2 A_2 r P_2(\cos\theta) + \cdots + n A_n r^{n-1} P_n(\cos\theta) + \cdots , \end{aligned}$$

und erhält für $r = R$,

$$\text{(74)} \qquad \begin{aligned} \left[\left(-\frac{\partial V_i}{\partial r} + h V_i\right)\right]^R = {} & A_0 h + A_1 (h R - 1) P_1(\cos\theta) + A_2 (h R^2 - 2 R) P_2(\cos\theta) + \cdots \\ & + A_n \left(h R^n - n R^{n-1}\right) P_n(\cos\theta) + \cdots . \end{aligned}$$

Vergleicht man (73) mit (74), so bekommt man

$$\text{(75)} \qquad \begin{cases} A_0 = \dfrac{D_0}{h}, \\ A_1 = \dfrac{D_1}{h R - 1}, \\ A_2 = \dfrac{D_2}{h R - 2} \dfrac{1}{R}, \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \\ A_n = \dfrac{D_n}{h R - n} \dfrac{1}{R^{n-1}}, \end{cases}$$

und durch Einsetzung dieser Werthe in (24) die Lösung:

$$\text{(76)} \qquad \begin{aligned} V_i = {} & \frac{D_0}{h} + \frac{D_1}{h R - 1} r P_1(\cos\theta) + \frac{D_2}{h R - 2} \frac{r^2}{R} P_2(\cos\theta) + \cdots \\ & + \frac{D_n}{h R - n} \frac{r^n}{R^{n-1}} P_n(\cos\theta) + \cdots = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{D_n}{h R - n} \frac{r^n}{R^{n-1}} P_n(\cos\theta) . \end{aligned}$$

Eine modificirte Form der Lösung ist folgende, wenn der Kürze wegen

$$\left[\left(-\frac{\partial V_i}{\partial r} + h V_i\right)\right]^R = \varphi(x)$$

gesetzt wird,

$$\text{(77)} \qquad V_i = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2n+1}{2} \frac{r^n}{(h R - n) R^{n-1}} P_n(\cos\theta) \int_{-1}^{1} \varphi(x) P_n(x)\, dx .$$

Für die Dichte der Belegung der Kugelfläche, welche innerhalb der Kugel das Potential (77) erzeugt, bekommt man mittels (27), (28) und (76) den Ausdruck

$$\sigma = \frac{1}{4\pi}\left\{\frac{D_0}{hR} + \frac{3D_1}{hR-1}P_1(x) + \frac{5D_2}{hR-2}P_2(x) + \cdots + \frac{2n+1}{hR-n}D_nP_n(x) + \cdots\right\} = \tag{78}$$

$$= \frac{1}{4\pi}\sum_{n=0}^{\infty}\frac{2n+1}{hR-n}D_nP_n(x).$$

57. Stellen wir jetzt die Formeln für die äussere Randwerthaufgabe dritter Art zusammen.

Es ist gegeben

$$\left[\left(\frac{\partial V_a}{\partial r} + hV_a\right)\right]^R = E_0 + E_1P_1(x) + E_2P_2(x) + \cdots + E_nP_n(x) + \cdots. \tag{79}$$

Aus (31) wird abgeleitet, für $r = R$,

$$\left[\left(\frac{\partial V_a}{\partial r} + hV_a\right)\right]^R = B_0\frac{hR-1}{R^2} + B_1\frac{hR-2}{R^3}P_1(x) + \cdots + B_n\frac{hR-(n+1)}{R^{n+2}}P_n(x) + \cdots. \tag{80}$$

Vergleicht man die Formeln (79) und (80) mit einander, so ergiebt sich

$$\begin{cases} B_0 = \dfrac{E_0}{hR-1}R^2, \\ B_1 = \dfrac{E_1}{hR-2}R^3, \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ B_n = \dfrac{E_n}{hR-(n+1)}R^{n+2}. \end{cases} \tag{81}$$

Mit diesen Werthen folgt aus (31) die Lösung der betrachteten Randwerthaufgabe

$$V_a = \frac{E_0}{hR-1}\frac{R^2}{r} + \frac{E_1}{hR-2}\frac{R^3}{r^2}P_1(\cos\theta) + \cdots + \frac{E_n}{hR-(n+1)}\frac{R^{n+2}}{r^{n+1}}P_n(\cos\theta) + \cdots = \tag{82}$$

$$= \sum_{n=0}^{\infty}\frac{E_n}{hR-(n+1)}\frac{R^{n+2}}{r^{n+1}}P_n(\cos\theta),$$

und in etwas modificirter Form, wenn

$$\left[\left(\frac{\partial V_a}{\partial r} + hV_a\right)\right]^R = \varphi(x)$$

gesetzt wird,

$$V_a = \sum_{n=0}^{\infty}\frac{2n+1}{2}\frac{R^{n+2}}{\{hR-(n+1)\}r^{n+1}}P_n(\cos\theta)\int_{-1}^{1}\varphi(x)P_n(x)\,dx. \tag{83}$$

Für die Dichte der Flächenbelegung, welche im äusserem Raume das Potential (82) erzeugt, wird aus (27), (33) und (82) gefolgert:

$$\sigma = \frac{1}{4\pi}\left\{\frac{E_0}{hR-1} + \frac{3E_1}{hR-2}P_1(x) + \cdots + \frac{(2n+1)E_n}{hR-(n+1)}P_n(x) + \cdots\right\} = \tag{84}$$

$$= \frac{1}{4\pi}\sum_{n=0}^{\infty}\frac{(2n+1)E_n}{hR-(n+1)}P_n(x).$$

58. Als ein Beispiel der Randwerthaufgaben dritter Art nehmen wir folgendes Problem. Eine Kugel mit dem Radius R und geschwärzter Oberfläche ist in Luft von der Temperatur Null der directen Sonnenstrahlung ausgesetzt. Es wird verlangt, den stationären Temperaturzustand zu bestimmen

Die Temperatur V im Innern der Kugel genügt bekanntlich in dem stationären Zustande der Differentialgleichung

$$\triangle V = 0.$$

Als Oberflächenbedingung leitet man ab, wenn die Richtung vom Nordpol zum Sydpol der Kugel diejenige der anlangenden Sonnenstrahlen ist,

$$\left[\left(\frac{\partial V}{\partial r} + hV\right) = M\cos\alpha, \quad \text{für } 0 < \alpha < \frac{\pi}{2}, \right. \tag{85 a}$$

und

$$\left[\left(\frac{\partial V}{\partial r} + hV\right) = 0, \qquad \text{für } \frac{\pi}{2} < \alpha < \pi. \right. \tag{85 b}$$

Hierbei bezeihnet h eine Constante, welche proportional dem Quotienten der äusseren und der inneren Wärmeleitungsfähigkeit ist, und M eine Constante, welche proportional dem Quotienten des Absorptionsvermögens und der inneren Wärmeleitungsfähigkeit ist.

Um sich der Formel (76) bedienen zu können, muss zuerst eine Entwickelung für eine Function $f(\alpha)$ hergestellt werden, welche für $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$ mit $\cos\alpha$ zusammenfällt und für $\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$ gleich Null ist. Es werde $\cos\alpha = x$ gesetzt, und man nehme

$$f(\alpha) = \varphi(x) = D_0 + D_1 P_1(x) + D_2 P_2(x) + \cdots + D_n P_n(x) + \cdots. \tag{86}$$

Alsdann ist

$$D_n = \frac{2n+1}{2}\int_0^1 x P_n(x)\,dx = \frac{2n+1}{2}\int_0^1 P_1(x) P_n(x)\,dx$$

und mit Hülfe der Formeln im Art. 46 berechnet sich

$$D_0 = \frac{1}{4};\ D_1 = \frac{1}{2};\ D_{2\nu+1} = 0;\ (\nu = 1, 2, 3 \cdots);$$

$$D_{2\nu} = (-1)^{\nu+1} \frac{4\nu+1}{2(2\nu-1)(2\nu+2)} \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (2\nu-1)}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdots 2\nu};\ (\nu = 1, 2, 3 \cdots).$$

Somit ist

(87)
$$\varphi(x) = \frac{1}{4} + \frac{1}{2} P_1(x) + \frac{5}{16} P_2(x) - \frac{3}{32} P_4(x) + \cdots$$
$$+ (-1)^{\nu+1} \frac{4\nu+1}{2(2\nu-1)(2\nu+2)} \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (2\nu-1)}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdots 2\nu} P_{2\nu}(x) + \cdots.$$

Um die Entwickelungen (73) und (87) mit einander zu vergleichen, muss h in (73) mit $-h$ ersetzt werden und das rechte Glied von (73) gleich $-M\varphi(x)$ genommen werden. Alsdann findet man mittels der Formel (76) die gesuchte Temperatur im Innern der Kugel

(88)
$$V = M\left\{\frac{1}{4}\frac{1}{h} + \frac{1}{2}\frac{1}{hR+1} r P_1(\cos\theta) + \frac{5}{16}\frac{1}{hR+2}\frac{r^2}{R} P_2(\cos\theta) - \frac{3}{32}\frac{1}{hR+4}\frac{r^4}{R^3} P_4(\cos\theta) + \cdots\right.$$
$$\left. + (-1)^{\nu+1} \frac{4\nu+1}{2(2\nu-1)(2\nu+2)} \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (2\nu-1)}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdots 2\nu} \frac{1}{hR+2\nu} \frac{r^{2\nu}}{R^{2\nu-1}} P_{2\nu}(\cos\theta) + \cdots\right\}.$$

Ueber einige Randwerthaufgaben, für den Raum zwischen zwei concentrischen Kugelflächen.

59. Es sei R_1 der Radius der inneren, R_2 der Radius der äusseren von zwei concentrischen Kugelflächen. Beide Flächen sind cirkularsymmetrisch mit Masse belegt, so dass die Dichte auf der inneren Fläche gleich

(89)
$$\sigma_1 = a_0 + a_1 P_1(x) + a_2 P_2(x) + \cdots + a_n P_n(x) + \cdots$$

ist, und auf der äusseren Fläche gleich

(90)
$$\sigma_2 = b_0 + b_1 P_1(x) + b_2 P_2(x) + \cdots + b_n P_n(x) + \cdots$$

ist.

Man berechnet mittels (28) und (33) die Potentiale der beiden Massenbelegungen im Raume T zwischen den Kugelflächen. Die Summe V dieser beiden Potentiale ist das resultirende Potential:

(91)
$$V = 4\pi R_2 \left\{ a_0 + \frac{1}{3} a_1 \frac{r}{R_2} P_1(\cos\theta) + \cdots + \frac{1}{2n+1} a_n \frac{r^n}{R_2^n} P_n(\cos\theta) + \cdots \right\} +$$
$$+ \frac{4\pi R_1^2}{r} \left\{ b_0 + \frac{1}{3} b_1 \frac{R_1}{r} P_1(\cos\theta) + \cdots + \frac{1}{2n+1} b_n \frac{R_1^n}{r^n} P_n(\cos\theta) + \cdots \right\},$$

wobei
$$R_1 < r < R_2$$

ist. V genügt der Differentialgleichung

$$\triangle V = 0.$$

Der Ausdruck (91) convergirt noch für $r = R_1$ und für $r = R_2$, zufolge der Stetigkeit des Potentials.

Es sei gegeben eine Lösung der Gleichung $\triangle V = 0$, für den Raum T zwischen zwei concentrischen Kugelflächen, von der Form (22)

$$(22) \qquad \begin{aligned} V = {} & A_0 + A_1 r P_1(\cos\theta) + \cdots + A_n r^n P_n(\cos\theta) + \cdots \\ & + B_0 \frac{1}{r} + B_1 \frac{1}{r^2} P_1(\cos\theta) + \cdots B_n \frac{1}{r^{n+1}} P_n(\cos\theta) + \cdots . \end{aligned}$$

Alsdann kann man die beiden Kugelflächen so mit Masse belegen, dass in dem Raume T das Potential (22) entsteht. Aus (89), (90), (91) und (22) ergeben sich die Dichten der Massenbelegungen, auf der äusseren Fläche

$$(92) \qquad \sigma_2 = \frac{1}{4\pi R_2} \left\{ A_0 + 3 A_1 R_2 P_1(x) + 5 A_2 R_2^2 P_2(x) + \cdots + (2n+1) A_n R_2^n P_n(x) + \cdots \right\},$$

und auf der inneren Fläche

$$(93) \qquad \sigma_1 = \frac{1}{4\pi R_1^2} \left\{ B_0 + \frac{3 B_1}{R_1} P_1(x) + \frac{5 B_2}{R_1^2} P_2(x) + \cdots + \frac{(2n+1) B_n}{R_1^n} P_n(x) + \cdots \right\}.$$

Die Masse auf der äusseren Kugelfläche beträgt

$$M_2 = A_0 R_2 ,$$

die Masse auf der inneren Kugelfläche

$$M_1 = B_0 .$$

60. Die Randwerthaufgabe für den Raum T zwischen zwei concentrischen Kugelflächen werde gleich in einer relativ allgemeinen Form gestellt. Es wird verlangt, die Gleichung $\triangle V = 0$ mittels einer im Raume T stetigen Function V zu befriedigen, wenn die Werthe von $k_1 \frac{\partial V}{\partial n} + h_1 V$ in der inneren und von $k_2 \frac{\partial V}{\partial n} + h_2 V$ in der äusseren Kugelfläche vorgeschrieben sind, und zwar so, dass diese Werthe cirkuläre Symmetrie um eine gemeinsame Achse zeigen, und dass jede Combination

$k\frac{\partial V}{\partial n}+hV$ in ihrer Kugelfläche stetig bleibt. Es bedeutet n die in Bezug auf T innere Richtung der Normale.

Es ist somit gegeben

$$\text{(94)}\qquad \int^{R_1}\left(k_1\frac{\partial V}{\partial r}+h_1 V\right)=C_0+C_1P_1(x)+C_2P_2(x)+\cdots+C_nP_n(x)+\cdots,$$

$$\text{(95)}\qquad \int^{R_2}\left(-k_2\frac{\partial V}{\partial r}+h_2 V\right)=D_0+D_1P_1(x)+D_2P_2(x)+\cdots+D_nP_n(x)+\cdots.$$

Die Lösung V hat die Form (22)

$$\text{(22)}\qquad V=A_0+A_1 r P_1(\cos\theta)+A_2 r^2 P_2(\cos\theta)+\cdots+A_n r^n P_n(\cos\theta)+\cdots$$
$$+B_0\frac{1}{r}+B_1\frac{1}{r^2}P_1(\cos\theta)+\cdots+B_n\frac{1}{r^{n+1}}P_n(\cos\theta)+\cdots.$$

worin die Coefficienten A und B den Bedingungen (94) und (95) gemäss zu bestimmen sind. Man bekommt hierbei die folgenden Gleichungen, welche identisch befriedigt werden müssen.

$$k_1\left\{A_1P_1(x)+2A_2R_1P_2(x)+\cdots+nA_nR_1^{n-1}P_n(x)+\cdots\right.$$
$$\left.-B_0\frac{1}{R_1^2}-2B_1\frac{1}{R_1^3}P_1(x)-\cdots-(n+1)B_n\frac{1}{R_1^{n+2}}P_n(x)-\cdots\right\}$$
$$+h_1\left\{A_0+A_1R_1P_1(x)+A_2R_1^2P_2(x)+\cdots+A_nR_1^nP_n(x)+\cdots\right.$$
$$\left.+B_0\frac{1}{R_1}+B_1\frac{1}{R_1^2}P_1(x)+\cdots+B_n\frac{1}{R_1^{n+1}}P_n(x)+\cdots\right\}=$$
$$=C_0+C_1P_1(x)+C_2P_2(x)+\cdots+C_nP_n(x)+\cdots.$$
$$-k_2\left\{A_1P_1(x)+2A_2R_2P_2(x)+\cdots+nA_nR_2^{n-1}P_n(x)+\cdots\right.$$
$$\left.-B_0\frac{1}{R_2^2}-2B_1\frac{1}{R_2^3}P_1(x)-\cdots-(n+1)B_n\frac{1}{R_2^{n+2}}P_n(x)-\cdots\right\}$$
$$+h_2\left\{A_0+A_1R_2P_1(x)+A_2R_2^2P_2(x)+\cdots+A_nR_2^nP_n(x)+\cdots\right.$$
$$\left.+B_0\frac{1}{R_2}+B_1\frac{1}{R_2^2}P_1(x)+\cdots+B_n\frac{1}{R_2^{n+1}}P_n(x)+\cdots\right\}=$$
$$=D_0+D_1P_1(x)+D_2P_2(x)+\cdots+D_nP_n(x)+\cdots.$$

Indem man die Coefficienten von $P_n(x)$ mit einander vergleicht und die entstehenden linearen Gleichungen auflöst, findet man

$$
(96)\quad
\begin{cases}
A_0 = \dfrac{(k_2+h_2R_2)R_2^{-2}C_0+(k_1-h_1R_1)R_1^{-2}D_0}{h_1(k_2+h_2R_2)R_2^{-2}+h_2(k_1-h_1R_1)R_1^{-2}}, \\
B_0 = \dfrac{-h_2C_0+h_1D_0}{h_1(k_2+h_2R_2)R_2^{-2}+h_2(k_1-h_1R_1)R_1^{-2}}, \\
A_1 = \dfrac{(2k_2+h_2R_2)R_2^{-3}C_1+(2k_1-h_1R_1)R_1^{-3}D_1}{(k_1+h_1R_1)(2k_2+h_2R_2)R_2^{-3}-(k_2-h_2R_2)(2k_1-h_1R_1)R_1^{-3}}, \\
B_1 = \dfrac{(k_2-h_2R_2)C_1+(k_1+h_1R_1)D_1}{(k_1+h_1R_1)(2k_2+h_2R_2)R_2^{-3}-(k_2-h_2R_2)(2k_1-h_1R_1)R_1^{-3}}, \\
\dots\dots\dots

$$(100)\qquad V=\sum_{n=0}^{\infty}\left\{\frac{R_1^{n+2}C_n+(n+1)R_2^{n+1}D_n}{nR_1^{2n+1}+(n+1)R_2^{2n+1}}r^n+\frac{R_1^{n+2}R_2^{n+1}\left(-R_2^{n}C_n+nR_1^{n-1}D_n\right)}{nR_1^{2n+1}+(n+1)R_2^{2n+1}}\frac{1}{r^{n+1}}\right\}P_n(\cos\Theta).$$

Sind dagegen die Werthe von V in der inneren und von $\frac{\partial V}{\partial n}$ in der äusseren Kugelfläche gegeben, so hat man zu nehmen $k_1=0$, $h_1=1$, $k_2=1$, $h_2=0$, und findet die Formel

$$(101)\qquad V=\sum_{n=0}^{\infty}\left\{\frac{(n+1)R_1^{n+1}C_n-R_2^{n+2}D_n}{(n+1)R_1^{2n+1}+nR_2^{2n+1}}r^n+\frac{R_1^{n+1}R_2^{n+2}\left(nR_2^{n-1}C_n+R_1^{n}D_n\right)}{(n+1)R_1^{2n+1}+nR_2^{2n+1}}\frac{1}{r^{n+1}}\right\}P_n(\cos\Theta).$$

62. Als eine Anwendung der im Art. 60 aufgestellten Formeln nehmen wir das im Art. 58 behandelte Problem, mit dem Unterschiede, dass die Kugel jetzt hohl sein mag, und die innere Fläche bei der Temperatur Null gehalten werde. Die Oberflächenbedingungen sind dann

$$\Big|^{R_1}V=0,$$

$$\Big|^{R_2}\left(\frac{\partial V}{\partial r}+hV\right)=D_0+D_1P_1(x)+D_2P_2(x)+\cdots\cdots+D_nP_n(x)+\cdots=$$

$$=M\left\{\frac{1}{4}+\frac{1}{2}P_1(x)+\frac{5}{16}P_2(x)-\frac{3}{32}P_4(x)+\cdots\right.$$

$$\left.+(-1)^{\nu+1}\frac{4\nu+1}{2(2\nu-1)(2\nu+2)}\frac{1\cdot3\cdot5\cdots(2\nu-1)}{2\cdot4\cdot6\cdots2\nu}P_{2\nu}(x)+\cdots\right\}.$$

Folglich ist in (94) und (95) zu nehmen: $k_1=0$, $h_1=1$, $k_2=-1$, $h_2=h$, $C_0=C_1=C_2=\cdots=C_n=0$. Für die Temperatur der Hohlkugel im stationären Zustande bekommt man mit diesen Werthen

$$\frac{1}{M}V=\frac{1}{4}\left\{\frac{-R_2^2}{(hR_2-1)R_1-hR_2^2}+\frac{R_1R_2^2}{(hR_2-1)R_1-hR_2^2}\frac{1}{r}\right\}+$$

$$+\frac{1}{2}\left\{\frac{-R_2^3}{(hR_2-2)R_1^3-(hR_2+1)R_2^3}r+\frac{R_1^3R_2^3}{(hR_2-2)R_1^3-(hR_2+1)R_2^3}\frac{1}{r^2}\right\}P_1(\cos\Theta)+$$

$$+\sum_{\nu=1}^{\infty}(-1)^{\nu+1}\frac{4\nu+1}{2(2\nu-1)(2\nu+2)}\frac{1\cdot3\cdot5\cdots(2\nu-1)}{2\cdot4\cdot6\cdots2\nu}\frac{-R_2^{2\nu+2}r^{2\nu}+R_1^{4\nu+1}R_2^{2\nu+2}r^{-(2\nu+1)}}{\{hR_2-(2\nu+1)\}R_1^{4\nu+1}-(hR_2+2\nu)R_2^{4\nu+1}}P_{2\nu}(\cos\Theta).$$

Verallgemeinerung der behandelten Randwerthaufgaben.

63. Die bisher behandelten Randwerthaufgaben sollen jetzt derart verallgemeinert werden, dass man die cirkuläre Symmetrie der vorgeschriebenen Werthe

von V, $\frac{\partial V}{\partial n}$ und $\frac{\partial V}{\partial n} + h\,V$ in den Begrenzungsflächen fallen lässt, und nur vorausgesetzt, dass diese Werthe stetig sind.

Gehen wir zurück zu der Potentialgleichung

$$\triangle\, V = 0.$$

Es sei V eine Function der drei Polarcoordinaten r, θ und φ. Alsdann bekommt man in bekannter Weise die transformirte Gleichung

(102) $$\frac{\partial}{\partial r}\left(r^2 \frac{\partial V}{\partial r}\right) + \frac{1}{\sin\theta}\frac{\partial}{\partial \theta}\left(\sin\theta \frac{\partial V}{\partial \theta}\right) + \frac{1}{\sin^2\theta}\frac{\partial^2 V}{\partial \varphi^2} = 0.$$

Zu dieser Gleichung lassen sich Integrale von der Form

$$V = R\,\Theta\,\Phi$$

bilden, wobei R eine Function nur von r, Θ eine Function nur von θ und Φ eine Function nur von φ ist. Für die Bestimmung von R, Θ und Φ bekommt man die folgenden gewöhnlichen Differentialgleichungen

(103) $$\frac{d}{dr}\left(r^2 \frac{dR}{dr}\right) - n(n+1)\,R = 0.$$

(104) $$\frac{1}{\sin\theta}\frac{d}{d\theta}\left(\sin\theta \frac{d\Theta}{d\theta}\right) + \left\{ n(n+1) - \frac{j^2}{\sin^2\theta} \right\} \Theta = 0.$$

(105) $$\frac{d^2\Phi}{d\varphi^2} + j^2\,\Phi = 0.$$

Die Gleichung (103) hat das allgemeine Integral

(106) $$R = C r^n + D r^{-(n+1)},$$

die Gleichung 105) das allgemeine Integral

(107) $$\Phi = A\cos j\varphi + B\sin j\varphi.$$

Die Gleichung (104) verwandelt sich für

$$x = \cos\theta; \quad X = \Theta$$

in

(108) $$\frac{d}{dx}\left\{ (1-x^2)\frac{dX}{dx} \right\} + \left\{ n(n+1) - \frac{j^2}{1-x^2} \right\} X = 0.$$

Für das Folgende genügt es anzunehmen, dass n und j ganze positive Zahlen sind, und dass $j \leq n$ ist. Die Gl. (108) ist identisch mit der Differentialgleichung der abgeleiteten Kugelfunctionen ((7) Abth. I), und hat somit für $j \leq n$ das allgemeine Integral

(109) $$X = E P_{nj}(x) + F Q_{nj}(x).$$

Als Integrale der aus (102) mittels der Substitution $x = \cos\theta$ entstandenen Gleichung

(110) $$\frac{\partial}{\partial r}\left(r^2 \frac{\partial V}{\partial r}\right) + \frac{\partial}{\partial x}\left((1-x^2)\frac{\partial V}{\partial x}\right) + \frac{1}{1-x^2}\frac{\partial^2 V}{\partial \varphi^2} = 0$$

kommen besonders in Betracht Ausdrücke von den Formen

(111) $$\begin{cases} V = r^n (A\cos j\varphi + B \sin j\varphi) P_{nj}(x), \\ V = \dfrac{1}{r^{n+1}} (A\cos j\varphi + B\sin j\varphi) P_{nj}(x). \end{cases}$$

Der abgeleiteten Kugelfunction erster Art und erster Classe $P_{nj}(x)$ schreibt man den n:ten Grad und die j:te Ordnung zu.

Die aus (111), für $r =$ constant, hervorgehenden Producte

(112) $$\cos j\varphi\, P_{nj}(x) \quad \text{und} \quad \sin j\varphi\, P_{nj}(x)$$

genügen der partiellen Differentialgleichung

(113) $$\frac{\partial}{\partial x}\left((1-x^2)\frac{\partial V}{\partial x}\right) + \frac{1}{1-x^2}\frac{\partial^2 V}{\partial \varphi^2} + n(n+1)\, V = 0,$$

und zwar für alle Werthe $j = 1, 2 \cdots n$. Somit genügt auch der Ausdruck

(114) $$Y_n(x,\varphi) = A_0 P_n(x) + \sum_{j=1}^{n}\left\{A_j \cos j\varphi\, P_{nj}(x) + B_j \sin j\varphi\, P_{nj}(x)\right\}$$

der Gl. (113). Bekanntlich nennt man mit Heine die von zwei Veränderlichen abhängige Function $Y_n(x,\varphi)$ eine allgemeine Kugelfunction n:ten Grades.

Die Producte

(115) $$r^n\, Y_n(x,\varphi);\ r^{-(n+1)}\, Y_n(x,\varphi)$$

befriedigen die Potentialgleichung (110). Als ein allgemeineres Integral dieser Gleichung hat man die unendliche Reihe

(116) $$\begin{aligned} &Y_0(x,\varphi) + r\, Y_1(x,\varphi) + \cdots + r^n Y_n(x,\varphi) + \cdots \\ &+\frac{1}{r} Y_0(x,\varphi) + \frac{1}{r^2} Y_1(x,\varphi) + \cdots + \frac{1}{r^{n+1}} Y_n(x,\varphi) + \cdots = \\ &= \sum_{n=0}^{\infty} r^n \left\{A_{0,n} P_n(\cos\theta) + \sum_{j=1}^{n}(A_{jn}\cos j\varphi + B_{jn}\sin j\varphi) P_{nj}(\cos\theta)\right\} + \\ &+ \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{r^{n+1}}\left\{A'_{0,n} P_n(\cos\theta) + \sum_{j=1}^{n}\left(A'_{jn}\cos j\varphi + B'_{jn}\sin j\varphi\right) P_{nj}(\cos\theta)\right\}, \end{aligned}$$

insofern sie convergent ist.

Durch angemessene Bestimmung der Constanten in (116) erhält man die Lösung einer grossen Anzahl von Aufgaben.

64. Eine Function von zwei Veränderlichen φ und x, wobei $0 \leqq \varphi \leqq 2\pi$, $-1 \leqq x = \cos\theta \leqq 1$ ist, kann als Function des Ortes in einer Kugelfläche aufgefasst werden. Wenn die Functionswerthe $F(x, \varphi)$ arbiträr gegeben sind, und zwar so, dass $F(x, \varphi)$ in der Kugelfläche stetig bleibt, somit speciell $F(x, 2\pi) = F(x, 0)$ ist, und $F(1, \varphi)$ sowie $F(-1, \varphi)$ von φ unabhängig sind, so kann die Function als eine unendliche Summe von allgemeinen Kugelfunctionen dargestellt werden. Hinsichtlich allgemeinere Bedingungen, unter welchen eine solche Darstellung noch möglich ist, verweisen wir auf C. NEUMANN's Arbeit: Ueber die nach Kreis-, Kugel- und Cylinderfunctionen fortschreitenden Entwickelungen. Leipzig 1881.

Man hat bekanntlich

$$F(x,\varphi) = \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ A_{0,n} P_n(x) + \sum_{j=1}^{n} (A_{jn} \cos j\varphi + B_{jn} \sin j\varphi) P_{nj}(x) \right\}, \tag{117}$$

worin den Coefficienten A und B die Werthe

$$\begin{cases} A_{0,n} = \dfrac{2n+1}{4\pi} \displaystyle\int_0^{2\pi} d\varphi \int_{-1}^{1} F(x,\varphi) P_n(x)\, dx, \\ A_{jn} = \dfrac{2n+1}{2\pi} \dfrac{(n-j)!}{(n+j)!} \displaystyle\int_0^{2\pi} d\varphi \int_{-1}^{1} F(x,\varphi) \cos j\varphi\, P_{nj}(x)\, dx, \\ B_{jn} = \dfrac{2n+1}{2\pi} \dfrac{(n-j)!}{(n+j)!} \displaystyle\int_0^{2\pi} d\varphi \int_{-1}^{1} F(x,\varphi) \sin j\varphi\, P_{nj}(x)\, dx \end{cases} \tag{118}$$

zukommen.

65. Nehmen wir jetzt die Randwerthaufgabe dritter Art für den Raum innerhalb einer Kugelfläche vom Radius R in der Form, dass die Werthe von

$$k\frac{\partial V}{\partial n} + hV,$$

worin k und h Constanten bedeuten, in der Kugelfläche vorgeschrieben sind. Durch angemessene Bestimmung von k und h ergeben sich dann ohne weiteres die Lösungen der Randwerthaufgaben erster und zweiter Art. Es sei

$$\left[R \left(-k\frac{\partial V_i}{\partial r} + hV_i \right) = \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ C_{0n} P_n(x) + \sum_{j=1}^{n} \left(C_{jn} \cos j\varphi + D_{jn} \sin j\varphi \right) P_{nj}(x) \right\}. \tag{119}$$

Die gesuchte Lösung V_i enthält nur positive Potenzen von r und hat die Form

$$V_i = \sum_{n=0}^{\infty} r^n \left\{ A_{0n} P_n(\cos\theta) + \sum_{j=1}^{n} \left(A_{jn} \cos j\varphi + B_{jn} \sin j\varphi \right) P_{nj}(\cos\theta) \right\}. \tag{120}$$

Hieraus ergiebt sich durch Differentiation in Bezug auf r

$$\frac{\partial V_i}{\partial r} = \sum_{n=0}^{\infty} n r^{n-1} \left\{ A_{0n} P_n(\cos\theta) + \sum_{j=1}^{n} \left(A_{jn} \cos j\varphi + B_{jn} \sin j\varphi \right) P_{nj}(\cos\theta) \right\}. \tag{121}$$

Multiplicirt man die Gl. (120) mit h, die Gl. (121) mit $-k$, nimmt die Summe und substituirt $r = R$, $\cos\theta = x$, so bekommt man

$$\left[\left(-k \frac{\partial V_i}{\partial r} + h V_i \right) \right]^R = \tag{122}$$

$$= \sum_{n=0}^{\infty} R^{n-1} (hR - kn) \left\{ A_{0n} P_n(x) + \sum_{j=1}^{n} \left(A_{jn} \cos j\varphi + B_{jn} \sin j\varphi \right) P_{nj}(x) \right\}.$$

Indem dieser Ausdruck mit (119) verglichen wird, ergiebt sich

$$\begin{cases} A_{00} = \dfrac{C_{00}}{h}; \\ A_{01} = \dfrac{C_{01}}{hR - k}; \quad A_{11} = \dfrac{C_{11}}{hR - k}; \quad B_{11} = \dfrac{D_{11}}{hR - k}; \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ A_{0n} = \dfrac{C_{0n}}{R^{n-1}(hR - kn)}; \quad A_{jn} = \dfrac{C_{jn}}{R^{n-1}(hR - kn)}; \quad B_{jn} = \dfrac{D_{jn}}{R^{n-1}(hR - kn)}. \end{cases} \tag{123}$$

Für die Lösung der inneren Randwerthaufgabe hat man somit

$$V_i = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{r^n}{R^{n-1}(hR - kn)} \left\{ C_{0n} P_n(\cos\theta) + \sum_{j=1}^{n} \left(C_{jn} \cos j\varphi + D_{jn} \sin j\varphi \right) P_{nj}(\cos\theta) \right\}. \tag{124}$$

66. Die Formeln (119) und (124) sollen jetzt für die inneren Randwerthaufgaben erster und zweiter Art specialisirt werden.

Nehmen wir zuerst $k = 0$, $h = 1$, so finden wir als vorgeschriebene Werthe

$$\left[V_i \right]^R = \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ C_{0n} P_n(x) + \sum_{j=1}^{n} \left(C_{jn} \cos j\varphi + D_{jn} \sin j\varphi \right) P_{nj}(x) \right\} \tag{125}$$

und als Lösung der Randwerthaufgabe erster Art

$$(126) \qquad V_i = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{r^n}{R^n} \left\{ C_{0n} P_n(\cos\theta) + \sum_{j=1}^{n} \left(C_{jn} \cos j\varphi + D_{jn} \sin j\varphi \right) P_{nj}(\cos\theta) \right\}.$$

Nehmen wir ferner $k = 1$, $h = 0$, so ergeben sich als vorgeschriebene Werthe von $\frac{\partial V_i}{\partial n}$, indem $C_{00} = 0$ sein muss,

$$(127) \qquad \left[\frac{\partial V_i}{\partial n_i} \right]^R = \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ C_{0n} P_n(x) + \sum_{j=1}^{n} \left(C_{jn} \cos j\varphi + D_{jn} \sin j\varphi \right) P_{nj}(x) \right\},$$

und man bekommt die Lösung der Randwerthaufgabe zweiter Art

$$(128) \qquad V_i = A_{00} - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \frac{r^n}{R^{n-1}} \left\{ C_{0n} P_n(\cos\theta) + \sum_{j=1}^{n} \left(C_{jn} \cos j\varphi + D_{jn} \sin j\varphi \right) P_{nj}(\cos\theta) \right\},$$

worin A_{00} eine unbestimmte Constante bezeichnet. Um A_{00} zu bestimmen, muss ein Werth des Potentials innerhalb der Kugelfläche gegeben sein, z. B. der Werth A_{00} im Mittelpunkte.

67. Betrachten wir jetzt die äussere Randwerthaufgabe dritter Art. Es ist gegeben in der Kugelfläche:

$$(129) \qquad \left[k \frac{\partial V_a}{\partial r} + h V_a \right]^R = \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ C_{0n} P_n(x) + \sum_{j=1}^{n} \left(C_{jn} \cos j\varphi + D_{jn} \sin j\varphi \right) P_{nj}(x) \right\}.$$

Die gesuchte Lösung V_a, welche für $r = \infty$ verschwinden darf, enthält nur negative Potenzen von r und hat somit nach (116) die Form

$$(130) \qquad V_a = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{r^{n+1}} \left\{ A_{0n} P_n(\cos\theta) + \sum_{j=1}^{n} \left(A_{jn} \cos j\varphi + B_{jn} \sin j\varphi \right) P_{nj}(\cos\theta) \right\}.$$

Aus (130) folgt

$$(131) \qquad \frac{\partial V_a}{\partial r} = -\sum_{n=0}^{\infty} \frac{n+1}{r^{n+2}} \left\{ A_{0n} P_n(\cos\theta) + \sum_{j=1}^{n} \left(A_{jn} \cos j\varphi + B_{jn} \sin j\varphi \right) P_{nj}(\cos\theta) \right\}.$$

Multiplicirt man die Gl. (130) mit h, die Gl. (131) mit k, nimmt die Summe und substituirt $r = R$, $\cos\theta = x$, so bekommt man

$$(132) \qquad \left[k \frac{\partial V_a}{\partial r} + h V_a \right]^R = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{hR - (n+1)k}{R^{n+2}} \left\{ A_{0n} P_n(x) + \sum_{j=1}^{n} \left(A_{jn} \cos j\varphi + B_{jn} \sin j\varphi \right) P_{nj}(x) \right\}.$$

Dieser Ausdruck muss mit dem Ausdrucke (129) identisch übereinstimmen. Somit folgt

$$(133)\qquad \begin{cases} A_{0n} = \dfrac{C_{0n} R^{n+2}}{h R - (n+1) k}; \\ A_{jn} = \dfrac{C_{jn} R^{n+2}}{h R - (n+1) k}; \quad B_{jn} = \dfrac{D_{jn} R^{n+2}}{h R - (n+1) k}. \end{cases}$$

Die Lösung der betrachteten Randwerthaufgabe ist in der folgenden Formel enthalten.

$$(134)\qquad V_a = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{R^{n+2}}{r^{n+1} (h R - (n+1) k)} \left\{ C_{0n} P_n(\cos\theta) + \sum_{j=1}^{n} \left(C_{jn} \cos j\varphi + D_{jn} \sin j\varphi \right) P_{nj}(\cos\theta) \right\}.$$

68. Es werden jetzt die Formeln (129) und (134) für die äusseren Randwerthaufgaben erster und zweiter Art specialisirt.

Nimmt man $k = 0$, $h = 1$, so hat man als vorgeschriebene Werthe in der Kugelfläche

$$(135)\qquad \Big|^R V_a = \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ C_{0n} P_n(x) + \sum_{j=1}^{n} \left(C_{jn} \cos j\varphi + D_{jn} \sin j\varphi \right) P_{nj}(x) \right\}$$

und als Lösung der Randwerthaufgabe erster Art

$$(136)\qquad V_a = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{R^{n+1}}{r^{n+1}} \left\{ C_{0n} P_n(\cos\theta) + \sum_{j=1}^{n} \left(C_{jn} \cos j\varphi + D_{jn} \sin j\varphi \right) P_{nj}(\cos\theta) \right\}.$$

Nimmt man dagegen $k = 1$, $h = 0$, so sind die gegebenen Werthe von $\dfrac{\partial V}{\partial n}$

$$(137)\qquad \Big|^R \frac{\partial V_a}{\partial n_a} = \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ C_{0n} P_n(x) + \sum_{j=1}^{n} \left(C_{jn} \cos j\varphi + D_{jn} \sin j\varphi \right) P_{nj}(x) \right\},$$

und als Lösung der Randwerthaufgabe zweiter Art ergiebt sich

$$(138)\qquad V_a = -\sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n+1} \frac{R^{n+2}}{r^{n+1}} \left\{ C_{0n} P_n(\cos\theta) + \sum_{j=1}^{n} \left(C_{jn} \cos j\varphi + D_{jn} \sin j\varphi \right) P_{nj}(\cos\theta) \right\}.$$

69. Schliesslich betrachten wir den Raum T zwischen zwei concentrischen Kugelflächen, mit den Radien R_1 und R_2, und schreiben vor, in der inneren Fläche die Werthe von $k_1 \dfrac{\partial V}{\partial n} + h_1 V = k_1 \dfrac{\partial V}{\partial r} + h_1 V$, in der äusseren Fläche die Werthe von $k_2 \dfrac{\partial V}{\partial n} + h_2 V = -k_2 \dfrac{\partial V}{\partial r} + h_2 V$,

Es sei

$$\text{(139)}\qquad \Big|^{E_1}\Big(k_1\frac{\partial V}{\partial r}+h_1 V\Big)=\sum_{n=0}^{\infty}\Big\{C_{0n}P_n(x)+\sum_{j=1}^{n}\big(C_{jn}\cos j\varphi+D_{jn}\sin j\varphi\big)P_{nj}(x)\Big\},$$

$$\text{(140)}\qquad \Big|^{E_2}\Big(-k_2\frac{\partial V}{\partial r}+h_2 V\Big)=\sum_{n=0}^{\infty}\Big\{E_{0n}P_n(x)+\sum_{j=1}^{n}\big(E_{jn}\cos j\varphi+F_{jn}\sin j\varphi\big)P_{nj}(x)\Big\}.$$

Die gesuchte Function V hat im Raume T die Form

$$\text{(141)}\qquad V=\sum_{n=0}^{\infty}r^n\Big\{A_{0n}P_n(\cos\theta)+\sum_{j=1}^{n}\big(A_{jn}\cos j\varphi+B_{jn}\sin j\varphi\big)P_{nj}(\cos\theta)\Big\}+$$
$$+\sum_{n=0}^{\infty}\frac{1}{r^{n+1}}\Big\{A'_{0n}P_n(\cos\theta)+\sum_{j=1}^{n}\big(A'_{jn}\cos j\varphi+B'_{jn}\sin j\varphi\big)P_{nj}(\cos\theta)\Big\},$$

und zwar ergiebt sich ohne Mühe mit Anwendung der Resultate im Art. 60 die folgende Bestimmung der Coefficienten A, B, A', B'.

$$\text{(142)}\qquad \begin{cases} A_{0n}=\dfrac{\{k_2(n+1)+h_2R_2\}R_2^{-(n+2)}C_{0n}+\{k_1(n+1)-h_1R_1\}R_1^{-(n+2)}E_{0n}}{\{k_1n+h_1R_1\}\{k_2(n+1)+h_2R_2\}R_1^{n-1}R_2^{-(n+2)}-\{k_2n-h_2R_2\}\{k_1(n+1)-h_1R_1\}R_2^{n-1}R_1^{-(n+2)}}, \\ A'_{0n}=\dfrac{\{k_2n-h_2R_2\}R_2^{n-1}C_{0n}+\{k_1n+h_1R_1\}R_1^{n-1}E_{0n}}{\{k_1n+h_1R_1\}\{k_2(n+1)+h_2R_2\}R_1^{n-1}R_2^{-(n+2)}-\{k_2n-h_2R_2\}\{k_1(n+1)-h_1R_1\}R_2^{n-1}R_1^{-(n+2)}}, \end{cases}$$

A_{jn} und A'_{jn} sind ebenso aus C_{jn} und E_{jn} gebildet wie A_{0n} und A'_{0n} aus C_{0n} und E_{0n}. Dasselbe gilt von B_{jn} und B'_{jn} einerseits, D_{jn} und F_{jn} andererseits.

Setzt man also

$$\text{(143)}\qquad \begin{cases} A_{0n}=H_nC_{0n}+K_nE_{0n}, \\ A'_{0n}=L_nC_{0n}+M_nE_{0n}, \end{cases}$$

so ist

$$\text{(144)}\qquad \begin{cases} A_{jn}=H_nC_{jn}+K_nE_{jn}, \\ A'_{jn}=L_nC_{jn}+M_nE_{jn}, \end{cases}$$

$$\text{(145)}\qquad \begin{cases} B_{jn}=H_nD_{jn}+K_nF_{jn}, \\ B'_{jn}=L_nD_{jn}+M_nF_{jn}. \end{cases}$$

70. Wir wollen noch mit Hülfe des Art. 61 diejenigen Werthe von H_n, K_n, L_n und M_n zusammenstellen, welche gewissen Specialisirungen der im Art. 69 behandelten Randwerthaufgabe entsprechen.

Es seien zunächst die Werthe von V in den beiden Begrenzungsflächen des Raumes T gegeben. Alsdann darf in (139) und (140) genommen werden: $k_1 = k_2 = 0$; $h_1 = h_2 = 1$. Man hat in diesem Falle für $n = 0, 1, 2 \cdots$

$$\text{(146)} \qquad \begin{cases} H_n = \dfrac{-R_1^{n+1}}{R_2^{2n+1} - R_1^{2n+1}}; & K_n = \dfrac{R_2^{n+1}}{R_2^{2n+1} - R_1^{2n+1}}; \\ L_n = \dfrac{R_1^{n+1} R_2^{2n+1}}{R_2^{2n+1} - R_1^{2n+1}}; & M_n = \dfrac{-R_1^{2n+1} R_2^{n+1}}{R_2^{2n+1} - R_1^{2n+1}}. \end{cases}$$

Ferner seien die Werthe von $\frac{\partial V}{\partial n}$ in den beiden Begrenzungsflächen gegeben. Dann ist zu nehmen: $h_1 = h_2 = 0$; $k_1 = k_2 = 1$. Es muss die Bedingung

$$\text{(147)} \qquad C_{00} R_1^2 + E_{00} R_2^2 = 0$$

erfüllt sein, und man bekommt für $n = 1, 2, 3 \cdots$

$$\text{(148)} \qquad \begin{cases} H_n = \dfrac{-R_1^{n+2}}{n(R_2^{2n+1} - R_1^{2n+1})}; & K_n = \dfrac{-R_2^{n+2}}{n(R_2^{2n+1} - R_1^{2n+1})}; \\ L_n = \dfrac{-R_1^{n+2} R_2^{2n+1}}{(n+1)(R_2^{2n+1} - R_1^{2n+1})}; & M_n = \dfrac{-R_1^{2n+1} R_2^{n+2}}{(n+1)(R_2^{2n+1} - R_1^{2n+1})}. \end{cases}$$

In V kommt ein erstes Glied

$$A'_{00} \frac{1}{r} = \frac{-C_{00} R_1^2}{r} = \frac{E_{00} R_2^2}{r}$$

vor.

Nimmt man an, dass $\frac{\partial V}{\partial n}$ in der inneren Kugelfläche und V in der äusseren Kugelfläche vorgeschrieben sind, so bekommt man $k_1 = 1$, $h_1 = 0$, $k_2 = 0$, $h_2 = 1$, und die Constanten (für $n = 0, 1, 2 \cdots$)

$$\text{(149)} \qquad \begin{cases} H_n = \dfrac{R_1^{n+2}}{n R_1^{2n+1} + (n+1) R_2^{2n+1}}; & K_n = \dfrac{(n+1) R_2^{n+1}}{n R_1^{2n+1} + (n+1) R_2^{2n+1}}; \\ L_n = \dfrac{-R_1^{n+2} R_1^{2n+1}}{n R_1^{2n+1} + (n+1) R_2^{2n+1}}; & M_n = \dfrac{n R_1^{2n+1} R_2^{n+1}}{n R_1^{2n+1} + (n+1) R_2^{2n+1}}. \end{cases}$$

Wenn schliesslich V in der inneren und $\frac{\partial V}{\partial n}$ in der äusseren Kugelfläche gegeben ist, so hat man $k_1 = 0$, $h_1 = 1$, $k_2 = 1$, $h_2 = 0$, und die Constanten sind für $n = 0, 1, 2 \ldots$.

$$\text{(150)} \qquad \begin{cases} H_n = \dfrac{(n+1) R_1^{n+1}}{(n+1) R_1^{2n+1} + n R_2^{2n+1}}; & K_n = \dfrac{-R_2^{n+2}}{(n+1) R_1^{2n+1} + n R_2^{2n+1}}; \\ L_n = \dfrac{n R_1^{n+1} R_2^{2n+1}}{(n+1) R_1^{2n+1} + n R_2^{2n+1}}; & M_n = \dfrac{R_1^{2n+1} R_2^{n+2}}{(n+1) R_1^{2n+1} + n R_2^{2n+1}}. \end{cases}$$

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ.
TOM. XXVI. № 5.

UEBER

DIE

ELASTICITÄT DER METALLE.

VON

K. F. SLOTTE.

Eine der wichtigsten Aufgaben der Naturforschung ist die immer weiter in Einzelheiten gehende Bestätigung der Vorstellungen, welche sich im Laufe der Zeiten über die Constitution der Materie ausgebildet haben, der Vorstellungen über die Zusammensetzung der Körper aus kleinen Individuen, Atomen und Molecülen, deren unsichtbare Bewegungen sich uns als Wärme kundgeben. Zahlreiche Thatsachen bezeugen, dass diesen Vorstellungen jedenfalls irgend eine Wirklichkeit zu Grunde liegen muss. Weil wir aber nicht in die geheimnissvolle Welt, auf welche sich diese Vorstellungen beziehen, in derselben Weise eindringen können, in welcher man in ein unbekanntes Land eindringt und die daselbst obwaltenden Verhältnisse durch directe Anschauung untersucht, so sind wir immer gezwungen zu fragen: In welchem Grade sind unsere atomistischen Vorstellungen mit der Wirklichkeit übereinstimmend? Sind sie vielleicht nur oberflächliche Bilder, die nicht alle Thatsachen erklären können, sondern die wir verwerfen müssten, wenn wir die Verhältnisse genauer und in ihren Einzelheiten kennen würden? Durch solche Fragen werden wir getrieben aus den Grundannahmen der Atomistik immer neue und mehr ins Einzelne gehende Folgerungen abzuleiten, welche durch die Beobachtung geprüft werden können, um so immer schärfere Kriterien für diese Annahmen zu gewinnen. Je genauer die Schlussfolgerungen mit den Erfahrungsthatsachen übereinstimmen, um so fester wird in uns die Ueberzeugung von der Wahrheit der atomistischen Grundanschauungen.

Für die festen Körper und speciell für die Metalle habe ich aus diesen Anschauungen, ohne wesentlich neue Hypothesen einzuführen, ziemlich weitgehende Folgerungen abgeleitet [1]), welche mit den Ergebnissen anderer theoretischen Forschungen in guter Uebereinstimmung stehen, obwohl nur wenige

---

[1]) Ueber die Wärmebewegung und den Wärmedruck der Metalle, Öfversigt af Finska Vet.-Soc. Förh., t. XXXV, p. 16, 1893; Nachtrag zu dem Aufsatze: Ueber die Wärmebewegung etc., Öfvers. af F. V. S. Förh., t. XXXVII, p. 178, 1895; Undersökningar angående molekylarrörelsen, Öfvers. af F. V. S. Förh., t. XXXVIII, p. 64, 1896.

von ihnen durch die Beobachtungen, die bisher gemacht worden sind, in directerer Weise geprüft werden können. Unter Anderem ergab sich aus diesen Untersuchungen eine Formel, nach welcher die Aenderung berechnet werden kann, welche der cubische Compressionscoefficient der Metalle mit der Temperatur erleidet. Wäre diese Aenderung experimentell bestimmt, könnte die Formel somit direct geprüft werden. Beobachtungen über den Einfluss der Temperatur auf die Compressibilität der Metalle sind mir aber nicht bekannt; eine directe und hinreichend genaue experimentelle Bestimmung dieses Einflusses dürfte auch mit ziemlich grossen Schwierigkeiten verbunden sein. Indessen sehe ich gerade in der Bestätigung der genannten Formel durch Beobachtungsthatsachen das schärfste Kriterium für die Zulässlichkeit der Annahmen, welche den Ausgangspunkt der Untersuchungen bildeten. Ich habe mich daher bemüht auf indirectem Wege, mit Hülfe der übrigen Constanten der Elasticitätslehre, welche mit dem Compressionscoefficienten durch bekannte Gleichungen in Zusammenhang stehen, eine solche Bestätigung zu gewinnen.

Von den genannten Constanten sind die beiden Elasticitätsmodule, der Modul der Längenänderung oder der gewöhnliche Elasticitätsmodul e und der Torsionsmodul f, die am leichtesten bestimmbaren. Bezeichnet man den Compressionscoefficienten mit β und den Coefficienten der Quercontraction mit σ, so hat man bekanntlich

$$\beta = \frac{3(1-2\sigma)}{e}, \tag{1}$$

$$f = \frac{e}{2(1+\sigma)}. \tag{2}$$

Wenn man σ aus diesen Gleichungen eliminirt, so bekommt man

$$\beta = \left(\frac{3}{e} - \frac{1}{f}\right). \tag{3}$$

Könnte man nun e und f bei mehreren Temperaturen hinreichend genau bestimmen, so würde man aus der Gleichung (3) die entsprechenden Werthe von β, folglich auch die Aenderung dieser Grösse mit der Temperatur berechnen können. Es ist mir aber bis jetzt nicht gelungen die Bestimmung der beiden erstgenannten Grössen bei verschiedenen Temperaturen so genau auszuführen, dass man nach dieser Methode anwendbare Resultate bekommen könnte.

Ich habe daher einen anderen Weg eingeschlagen um meine Schlussfolgerungen in Betreff der Einwirkung der Temperatur auf β zu prüfen. Dieses

Verfahren, auf welches ich erst später näher eingehen will, erfordert ausser der Kenntniss einiger Constanten, deren Werthe für die gewöhnlichsten Metalle durch schon ausgeführte Versuche bekannt sind, nur die Bestimmung von e bei einigen hinreichend weit von einander liegenden Temperaturen und die Bestimmung von σ bei gewöhnlicher Temperatur. Solche Bestimmungen habe ich für vier verschiedene Metalle ausgeführt. Ich werde zunächst die dabei angewendeten Apparate und Bestimmungsmethoden beschreiben.

Apparat zur Bestimmung des Elasticitätsmodules.

Der Apparat ist zur Messung der Längenänderungen gedehnter Drähte eingerichtet. Derselbe ist folgender Weise construirt:

Auf einem ringförmigen, mit Stellschrauben versehenen gusseisernen Fusse a (Fig. 1) sind zwei 110 cm lange massive Eisenpfeiler bb von 22 mm Dicke vertical befestigt, und diese sind oben durch ein messingenes Querstück c verbunden. Durch c gehen zwei 9 mm dicke Messingstäbe dd, welche unten durch das Querstück e aus demselben Materiale vereinigt sind und oben eine Schale f tragen, die zur Aufnahme von Gewichtstücken dient. Im Querstücke e ist auch ein dritter Messingstab g von nur 5 mm Dicke befestigt; dieser geht ebenfalls durch c und ist oben mit einem vorwärts gerichteten Ansatze versehen, der durch einen Schlitz in der vor dem Stabe befindlichen verticalen Millimeterscale h geht. Das Ende dieses Ansatzes bildet eine verticale, rechteckige, ebene Fläche, die in der Ebene der Scale liegt, die Breite des Schlitzes ausfüllt und mit einem feinen horizontalen Striche i versehen ist. Dieser Strich dient als Index für die Scale h, sodass man mit Hülfe desselben die Senkung oder Hebung des festen Systems $defg$ auf der Scale ablesen kann. Zur genauen Bewerkstelligung dieser Messung ist jedoch der Apparat mit einer besonderen Vorrichtung versehen, die ich später beschreiben will.

Im Querstücke c wird auch das obere Ende eines zu untersuchenden Drahtes befestigt. Zu diesem Zwecke ist in c vor dem Stabe g eine rechteckige Oeffnung gemacht, in welche zwei Stahlscheiben eingesetzt sind, von denen die eine, die hintere, fest ist, während die vordere mit Hülfe der Schraube k und einer (in der Figur nicht sichtbaren) Stahlfeder in horizontaler Richtung bewegt werden kann. Man kann somit den Zwischenraum zwischen den Scheiben vergrössern oder verkleinern. Die vordere Scheibe ist ferner horizontal geriffelt und die hintere mit einer seichten verticalen Vertiefung versehen, die auch nach der Quere geriffelt ist und in welche man den Draht ein-

passt. Mit Hülfe der Schraube wird derselbe dann zwischen den Scheiben festgeklemmt. Das untere Querstück *e* ist mit einer genau gleichen Vorrichtung zur Befestigung des anderen Endes des Drahtes versehen. Wenn ein Draht von passender Länge in dieser Weise im Apparate befestigt ist, wird das System *defg* von ihm getragen, und da das Gewicht dieses Systems etwa 2 kg beträgt, ist dasselbe als Grundbelastung für Drähte von 0,5 bis 0,8 mm Dicke hinreichend. Das Gleiten des Drahtes zwischen den Stahlscheiben ist durch die Riffelung derselben unmöglich gemacht. — Die Bewegung des genannten Systems regeln zwei an den Pfeilern *bb* befestigte Leitschienen *ll*, und die drei dazu gehörigen Stäbe sind auch in der Mitte mit einem Querstücke verbunden.

Die Länge des Drahtes liest man an einem der Stäbe *dd* ab. Der Stab ist zu diesem Zwecke oben mit einer Millimeterscale versehen, deren Nullpunkt gerade 1 m von der oberen Seite des Querstückes *e* entfernt ist. Da die Endflächen der Stahlscheiben, zwischen welchen der Draht festgeklemmt ist, in den Ebenen der horizontalen Seiten der Querstücke *c* und *e* liegen, so ist die Länge des freien Theiles des Drahtes genau gleich der Länge des zwischen den Querstücken liegenden Theiles der Stäbe.

Wir haben noch den Theil des Apparates zu beschreiben, mit welchem man die Verlängerungen der Drähte genauer bestimmt. Diese Einrichtung besteht aus einer verticalen Mikrometerschraube, welche am Querstücke *c* befestigt ist und mit der Scale *h* in solcher Verbindung steht, dass wenn man die Schraube einmal umdreht, die Scale genau 1 mm gehoben oder gesenkt wird [1]). Die Trommel *m* der Schraube ist in 100 Theile getheilt und vor derselben befindet sich ein fester Index *n*, auf welchen man vor einer Ablesung den Nullpunkt der Kreistheilung einstellt. Zu dem Ende löst man die Mutter *o*, welche die Trommel an der Schraube festhält, wonach die Trommel gehoben und gedreht werden kann, ohne dass die Schraube sich dreht oder die Stellung der Scale *h* sich ändert. — Vor der letztgenannten Scale befindet sich auch eine an den Stäben *dd* befestigte und längs denselben verschiebbare Lupe (in der Figur weggelassen), die man bei den Einstellungen der Scale benutzt. Die Lupe stellt man ein für alle Male auf den Index *i* ein und braucht sie dann nicht weiter zu berühren, weil sie an allen Bewegungen des Systems *defg* Theil nimmt und somit stets dieselbe Stellung zum Index beibehält.

Um den zu untersuchenden Drähten verschiedene Temperaturen beizubringen wird der ganze oben beschriebene Apparat, dessen Eisentheile ver-

[1]) Die Bewegung der Mikrometerschraube und der Scale *h* wurde mit Hülfe einer Normalscale controlirt und ohne merkliche Fehler gefunden.

nickelt sind, in ein cylindrisches Gefäss versenkt, welches aus dickem galvanisirtem Eisenblech verfertigt ist und auf einem Dreifuss aus Schmiedeeisen steht. Der Dreifuss ist mit zwei Stellschrauben versehen, mit Hülfe deren man den im Gefässe befindlichen Apparat genau in verticale Stellung bringen kann. Wenn der Apparat auf dem Boden des Gefässes steht, befindet sich der obere Rand des letzteren etwa in derselben Höhe wie das untere Ende der Scale *h*, sodass die ganze Ablesevorrichtung ausserhalb des Gefässes ist. Dieses füllt man bis zur unteren Seite des Querstückes *c* mit Wasser, welches somit den ganzen freien Theil des Drahtes umgiebt. Das Wasser wird mit einer unter dem Boden des Gefässes gestellten grösseren Gasflamme erwärmt (bzw. mit Eisstücken abgekühlt) und mit einem Rührer aus Eisenblech gemischt. Das Thermometer wird an einem am Rande des Gefässes befindlichen kurzen Eisenstab befestigt.

Die Anwendung des Apparates ist einfach und bequem. Nachdem der zu untersuchende Draht gut befestigt ist, die Länge desselben abgelesen, der Apparat in das Erwärmungsgefäss gebracht und dieses mit Wasser gefüllt, bringt man dem Wasser die gewünschte Temperatur bei. Sodann stellt man die Scale *h* durch Drehen der Mikrometerschraube so ein, dass der Index *i* am Ende des Stabes *g* genau mit einem bestimmten Theilstrich der Scale zusammenfällt. Hiernach löst man die Trommel der Mikrometerschraube, stellt den Nullpunkt derselben auf den festen Index *n* ein und befestigt wieder die Trommel. Legt man nun eine passende Belastung auf die Schale *f*, so verlängert sich der Draht, wobei der Index *i* ebenso viel sinkt. Schliesslich dreht man die Mikrometerschraube so, dass die Scale *h* dieselbe Senkung erfährt und der Index *i* wieder mit demselben Theilstrich der Scale zusammenfällt wie vor der Auflegung der Belastung. Auf der Trommel liest man dann die Verlängerung des Drahtes in 0,01 mm und durch Schätzung in Zehnteln davon ab.

Wie genau die Einstellung der Scale *h* auch bewerkstelligt wird, zeigen sich doch im Allgemeinen bei unveränderter Belastung kleine Differenzen zwischen den verschiedenen Einstellungen entsprechenden Ablesungen. Im Interesse der Genauigkeit macht man daher für jede Belastung mehrere verschiedene Einstellungen und entsprechende Trommelablesungen, aus welchen das Mittel genommen wird. Hierbei ist es vortheilhaft zwischen den verschiedenen Einstellungen die Belastung wegzunehmen, damit diese jedesmal nur eine kurze Zeit auf den Draht wirke; man hat dann auch Gelegenheit den Nullpunkt unaufhörlich zu controliren. Im Allgemeinen habe ich bei den hier beschriebenen Versuchen für jede Belastung 12 verschiedene Einstellungen und Able-

sungen gemacht. Als Beispiel theile ich folgende für einen Kupferdraht von etwa 0,8 mm Dicke und 1044 mm Länge bei 30° und 50° C. gemachte Ablesungen mit:

Temp.	*Belastung.*	*Ablesungen in 0,01 mm.*			
30°	2 kg	31,6	31,2	31,2	31,1
		30,3	31,2	31,3	30,4
		31,1	31,0	31,9	31,4
30°	1 kg	15,6	15,6	15,1	15,2
		15,8	16,1	14,5	16,0
		16,2	15,1	15,3	15,4
50°	2 kg	30,1	30,8	32,1	31,9
		29,9	31,3	32,9	33,1
		32,1	30,3	32,4	32,4.

Der oben beschriebene Apparat ist von Mechaniker F. O. Henriksson in Helsingfors verfertigt. Derselbe hat auch die im Folgenden beschriebene Torsionswage ausgeführt.

Bestimmung des Torsionsmodules.

Die Constante σ, deren Kenntniss für die folgenden Berechnungen erforderlich ist, erhält man aus der Gleichung (2), wenn e und f bekannt sind. Für dieselben Drähte, die zur Bestimmung des Elasticitätsmoduls der verschiedenen Metalle benutzt wurden, bestimmte ich daher auch den Torsionsmodul bei gewöhnlicher Temperatur. Indessen scheint der Werth von σ in sehr hohem Maasse vom zufälligen Zustande der Metalle abzuhängen, weshalb man im Allgemeinen nicht berechtigt ist die für gewöhnliche Metalldrähte erhaltenen Werthe dieser Constante als Normalwerthe zu betrachten. Ausserdem ist die Berechnung von σ aus e und f nach der Gleichung (2) nicht so zuverlässig wie eine directere Bestimmung. Ein kleiner Fehler im Werthe von e oder f übt nämlich einen relativ grossen Einfluss auf den aus (2) berechneten Werth von σ aus; so bewirkt z. B. ein Fehler von 1 % im Werthe von $\frac{e}{f}$ im Mittel einen Fehler von 4 bis 5 % im Werthe von σ. Aus diesen Gründen wurde der Hauptzweck der von mir ausgeführten Bestimmungen des Torsionsmoduls nur unvollständig erreicht.

Bei diesen Bestimmungen benutzte ich zwei Methoden. Nach der einen Methode, der statischen, erhielt ich den Torsionswinkel, den ein gegebenes Drehungsmoment beim Drahte verursachte. Nach der anderen, der gewöhnlichen oder dynamischen Methode, bekam ich die Schwingungszeit eines vom Drahte getragenen und von ihm in Torsionsschwingungen versetzten Systems von bekanntem Trägheitsmoment.

Der Apparat, welcher bei der statischen Methode angewandt wurde, ist folgender Einrichtung:

Ein horizontaler Arm *a* (Fig. 2) aus Gusseisen ist verschiebbar längs einem 2 m hohen und 3 cm dicken Eisenstabe *b*, der auf einer dicken, mit Stellschrauben versehenen Holzscheibe *c* steht. Der Arm *a* kann am Stabe festgeschraubt werden und ist am freien Ende mit einer Vorrichtung versehen, mit Hülfe welcher man das obere Ende des zu untersuchenden Drahtes am Arme befestigen kann. Diese Vorrichtung besteht auch hier aus zwei geriffelten Scheiben, von welchen die eine mit einer verticalen Rinne zur Aufnahme des Drahtes versehen ist und zwischen welchen der Draht mit Hülfe der Schraube *d* festgeklemmt wird. Das untere Ende des Drahtes befestigt man mittelst einer ganz gleichen Vorrichtung am oberen Ende einer etwa 1 cm dicken stählernen Achse *e*, welche zwei cylindrische Rollen *f* und *g*, eine grosse, kreisförmige, horizontale Scheibe *h* mit verticalem, gradirtem Rande und ein Spannungsgewicht *k* trägt. Wenn der Draht an seinen beiden Enden befestigt ist und der Arm *a* gehoben wird, trägt dieser das ganze so eben beschriebene System, und der Apparat wird nun so eingestellt, dass das untere, etwas verjüngte Ende der Achse *e* in der Mitte eines an der Scheibe *c* befestigten kleinen messingenenen Hohlcylinders frei schwebt. — Die Durchmesser der Rollen *f* und *g* sind verschieden gross, der eine etwa 20, der andere 40 mm, und man benutzt die eine oder die andere Rolle, je nachdem der zu untersuchende Draht feiner oder dicker, beziehungsweise länger oder kürzer ist. Jede der Rollen ist mit einem kleinen Stifte zur Befestigung eines feinen Nähfadens versehen, und nachdem man die Mitte dieses Fadens an der zu benutzenden Rolle festgemacht hat, führt man die beiden Hälften desselben in horizontaler Richtung nach derselben Seite über die Rolle und dann über zwei sehr leicht bewegliche verticale Räder *ll*, die vermittelst Schrauben an den Eisenpfeilern *mm* festgehalten werden und deren Ränder mit Rinnen zur Aufnahme des Fadens versehen sind. An den Enden des Fadens befestigt man zwei kleine Wagschalen *nn*, von welchen jede 1 g wiegt. Die Räder werden so eingestellt, dass die beiden Hälften des Drahtes genau horizontal und mit den Ebenen der Räder parallell sind. — Zum Apparate gehört noch

ein um die Achse des vom Drahte getragenen Systems beweglicher Zeiger i, welcher auf den Nullpunkt der Kreistheilung der Scheibe h eingestellt wird. — Zur Messung der Länge des Drahtes ist der Stab b mit einer Scale versehen.

Wenn der Draht im Apparate befestigt ist und die oben beschriebenen Einstellungen gemacht sind, legt man zwei gleiche Belastungen auf die Schalen mm. Das System wird dann aus der Nullstellung gedreht, und den Torsionswinkel liest man an der Kreistheilung in Graden ab. Um den Einfluss der Reibung an den Stahlspitzen, welche die Enden der Achsen der Räder ll bilden, zu eliminiren, macht man auch hier für jede Belastung mehrere Ablesungen, indem man die Einstellungen des Systems beobachtet, wenn dasselbe aus der Gleichgewichtslage bald nach der einen, bald nach der anderen Seite um einige Grade gedreht und wieder losgelassen wird. Dasselbe Verfahren wird selbstverständlich auch bei der Bestimmung des Nullpunktes angewandt.

Bezeichnet man die Länge des Drahtes mit l, den Radius desselben mit r, das Drehungsmoment mit H und den Torsionswinkel in absolutem Maasse mit φ, so ist der Torsionsmodul

$$f = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{Hl}{\varphi r^4}.$$

Wenn die Grösse des Torsionswinkels in Graden mit α, die auf jede Wagschale wirkende Belastung mit p und der Radius der Rolle mit ϱ bezeichnet wird, hat man

$$\varphi = \frac{\pi}{180} \cdot \alpha,$$

$$H = 2p\varrho,$$

und dann bekommt man

$$f = \frac{720\, p\varrho l}{(\pi r^2)^2 \alpha}. \tag{4}$$

Bei den hier beschriebenen Versuchen wurde nur die kleine Rolle benutzt. Für diese ist $\varrho = 10{,}1$ mm. Zur Berechnung des Torsionsmoduls erhalten wir dann, wenn 1 mm als Längeneinheit angenommen wird,

$$f = \frac{7272\, l}{(\pi r^2)^2} \cdot \frac{p}{\alpha}. \tag{5}$$

Wenn man den Torsionsmodul nach der dynamischen Methode bestimmt, kommt die Formel

$$f = 2\pi \cdot \frac{Kl}{z^2 r^4}$$

zur Anwendung. Hier bedeutet K das Trägheitsmoment des vom Drahte getragenen Systems in Bezug auf die Schwingungsachse, z die Schwingungszeit desselben, l und r die Länge und den Radius des Drahtes.

Die Schwingungszeiten wurden mit Spiegel und Fernrohr bestimmt, wobei eine corrigirte, arretirbare Secundenuhr als Zeitmesser diente. Zwei Belastungen wurden benutzt. Die eine bestand aus der zum oben beschriebenen Torsionsapparate gehörigen Stahlachse e und einem damit vereinigten cylindrischen Zinkgewichte; die andere aus denselben Körpern und einem grösseren Zinkcylinder, dessen Trägheitsmoment in kg als Masseneinheit und mm als Längeneinheit durch Wägung und Messung der beiden Durchmesser = 3218,9 gefunden wurde. Das Trägheitsmoment der kleineren Belastung wurde mit Hülfe dieses bekannten Trägheitsmomentes bestimmt; Schwingungsbeobachtungen mit zwei verschiedenen Drähten gaben für jenes die Werthe 526,4 und 527,7. Wir setzen daher das kleinere Trägheitsmoment = 527,1 und das grössere = 3746.

Wenn man, wie gewöhnlich bei der Berechnung von Elasticitäts- und Torsionsmodulen, 1 kg als Krafteinheit anwendet, hat man die oben angeführten Werthe der Trägheitsmomente mit der Fallbeschleunigung zu dividiren. Setzt man $g = 9810 \frac{\text{mm}}{\text{sec}^2}$, so bekommt man dann zur Berechnung des Torsionsmodules

$$f = \frac{0{,}3376\, l}{z^2 r^4}, \tag{6}$$

wenn die kleinere Belastung, und

$$f = \frac{2{,}3993\, l}{z^2 r^4}, \tag{7}$$

wenn die grössere Belastung angewandt wird.

Beobachtungen.

Kupferdraht 1.

Die ersten Bestimmungen des Elasticitätsmodules wurden mit einem Kupferdrahte von etwa 0,8 mm Durchmesser gemacht. Obwohl ich sie hauptsächlich zur Gewinnung von Uebung in der Anwendung des Apparates ausführte, zeigen doch die Mittelwerthe der Ablesungen für die verschiedenen Temperaturen in ihrer Aufeinanderfolge eine so grosse Regelmässigkeit, dass auch diese Beobachtungen hier angeführt werden können.

Die Länge des zur Bestimmung des Elasticitätsmodules angewandten Drahtstückes, am Apparate in der oben beschriebenen Weise abgelesen, war 1049,25 mm. Der Durchmesser wurde nur mit Contactschraube gemessen und = 0,81 mm gefunden. Wenn der Radius des Drahtes mit r bezeichnet wird, bekommt man hieraus

$$\pi r^2 = 0{,}5153 \text{ mm}^2.$$

Bezeichnet man ferner die Belastung (in kg) mit p und die Verlängerung des Drahtes (in mm) mit s, so erhält man

$$e = \frac{1049{,}25\, p}{0{,}5153\, s}$$

oder, wenn man $\frac{s}{p}$ (die Verlängerung pro 1 kg) $= \lambda$ setzt,

$$e = \frac{2036{,}19}{\lambda}.$$

In der folgenden Tabelle, wo t die in Celsiusgraden gemessene Temperatur bezeichnet, sind die Resultate zusammengestellt.

t	*Beobachtete Werthe von λ (mm).*						*Mittel.*	e
	$p = 1$ kg	$p = 2$ kg	$p = 3$ kg	$p = 4$ kg	$p = 5$ kg	$p = 6$ kg		
10°	0,1588	0,1603	0,1613	0,1633	0,1664	0,1667	0,1628	12507
20	0,1533	0,1556	0,1617	0,1675	0,1728	0,1747	0,1643	12393
30	0,1600	0,1575	0,1583	0,1700	0,1734	0,1762	0,1659	12274
40	0,1742	0,1595	0,1627	0,1670	0,1747	0,1717	0,1683	12099
50	0,1650	0,1675	0,1671	0,1783	0,1790	0,1775	0,1717	11859
60	0,1865	0,1735	0,1700	0,1722	0,1780	0,1750	0,1759	11576

Ich machte auch einen Versuch den Torsionsmodul desselben Drahtes bei verschiedenen Temperaturen zu bestimmen. Hierbei wurde die oben beschriebene Torsionswage angewendet. Der Draht, dessen Länge bei diesem Versuche 305 mm war, wurde in ein nur wenig kürzeres cylindrisches Glas (Lampenglas) mit Hülfe eines Weichgummipropfens, welcher den Boden des Glases bildete, und einer im oberen Theile des Glases angebrachten diametralen Korkscheibe so eingesetzt, dass derselbe in der Achse des Cylinders sich befand. Wenn der Draht in der oben beschriebenen Weise im Torsionsapparate befestigt war, ruhte der den Draht wasserdicht umschliessende Gummipropfen und das Glas auf dem oberen Ende der Achse c und wurde zusammen mit dieser und dem unteren Ende des Drahtes gedreht, während die Korkscheibe, die den Draht in ihrer Mitte nur leicht berührte, das Glas in aufrechter Stellung hielt. Das Glas wurde mit Wasser von höherer Temperatur gefüllt, und während die Temperatur sank, wurde dann eine Reihe von Ablesungen gemacht. Die Resultate sind aber nicht so genau, dass man aus ihnen eine sichere Kenntniss vom Einflusse der Temperatur auf den Torsionsmodul des Drahtes gewinnen könnte. Ich theile darum hier nur die Beobachtungen bei den niedrigeren Temperaturen mit.

t	p	α	$\frac{p}{\alpha}$
27 ° C.	0,005 kg	8,70°	0,0005747
26	3	5,20	5769
16,5	6	10,35	5797
„	7	12,10	5785
7	7	11,80	5932
„	5	8,65	5780
„	3	5,18	5792
			Mittel: 0,0005800.

Setzt man das gefundene Mittel für $\frac{p}{\alpha}$ in die Formel (5) ein, so bekommt man mit $l = 305$ mm, $\pi r^2 = 0{,}5153$ mm^2

$$f = 4845$$

als Werth des Torsionsmodules dieses Kupferdrahtes bei gewöhnlicher Temperatur. Der gefundene Werth dürfte indessen etwas zu gross sein, weil der Draht nicht in seiner ganzen Länge zwischen den Befestigungspunkten vollkommen frei war.

Als Werth des Elasticitätsmodules dieses Drahtes bei etwa 16° C. ergiebt sich durch Interpolation aus den für 10° und 20° gefundenen Werthen 12440.

Wenn man diesen Werth von e und den soeben gefundenen Werth von f in die Formel (2) einsetzt, so bekommt man

$$\sigma = 0{,}284.$$

Aus demselben Grunde, aus welchem der Werth von f als zu gross anzusehen ist, muss man den Werth von σ als zu klein betrachten. In der That geben die meisten Bestimmungen von σ für Kupfer Werthe, die etwas grösser sind als der hier gefundene.

Kupferdraht 2.

Dieser Draht wurde vor der Bestimmung des Elasticitätsmodules geglüht. Nach den Beobachtungen wurde der Querschnitt des benutzten Drahtstückes durch Wägung in Luft und Wasser bestimmt. 1 m desselben wog in der Luft 4,7472 g und in Wasser von 15,9° C. 4,2120 g. Das specifische Gewicht des Drahtes, auf Wasser von 4° C. und auf den leeren Raum reducirt, ist somit 8,8517 und der Querschnitt $\pi r^2 = 0{,}5363$ mm^2.

Bei der Bestimmung des Elasticitätsmodules war die Länge des Drahtes 1043,7 mm. Zur Berechnung von e bekommt man somit die Formel

$$e = \frac{1043{,}7\,p}{0{,}5363\,s} = \frac{1946{,}11}{\lambda}.$$

Die folgende Tabelle enthält die Resultate der Beobachtungen über die Verlängerungen des Drahtes bei verschiedenen Temperaturen nebst den entsprechenden Werthen des Elasticitätsmoduls.

t	*Beobachtete Werthe von λ (mm).*				*Mittel.*	e
	$p = 1$ kg	$p = 1{,}5$ kg	$p = 2$ kg	$p = 3$ kg		
10°	0,1473	0,1510	0,1522	0,1516	0,1505	12931
20	0,1508	0,1530	0,1558	0,1527	0,1531	12711
30	0,1544	0,1566	0,1557	0,1557	0,1556	12507
50	0,1550	0,1579	0,1580	0,1627	0,1584	12286
70	0,1570	0,1610	0,1629	0,1642	0,1613	12065

Zur Bestimmung des Torsionsmodules wurde dasselbe Drahtstück benutzt. Bei den Schwingungsbeobachtungen war die Länge des Drahtes 1019 mm.

Zwei Beobachtungen, bei welchen die grössere Belastung angewandt wurde und welche durch eine dritte Beobachtung controlirt wurden, gaben für z genau denselben Werth: 4,28 sec. Aus der ausgeführten Messung des Querschnittes ergiebt sich $r^2 = 0{,}17071$ mm^2. Aus der Formel (7) bekommt man dann

$$f = 4580.$$

Die Temperatur des Drahtes war bei dieser Bestimmung 18° C.

Als Werth von e für 18° C. ergiebt sich durch Interpolation aus der obenstehenden Tabelle 12755. Mit diesem Werthe von e und dem aus den Schwingungsbeobachtungen gefundenen Werthe von f erhält man aus der Gl. (2)

$$\sigma = 0{,}392.$$

Die statische Methode gab für diesen Draht, wie im Allgemeinen, einen kleineren Werth von f als die dynamische. Aus 5 Ablesungen mit der Drahtlänge 967,5 mm und verschiedenen Belastungen ergab sich als Mittel $\frac{p}{\alpha} = 0{,}0001768$. Mit dem Werthe $\pi r^2 = 0{,}5363$ bekommt man dann aus der Formel (5)

$$f = 4324.$$

Dieser Werth von f giebt mit dem oben benutzten Werthe von e

$$\sigma = 0{,}475.$$

Wahrscheinlich ist doch der letzte Werth zu gross.

Für diesen Draht wurde auch der lineare Ausdehnungscoefficient zwischen 13° und 90° C. mit dem Edelmann'schen Apparate bestimmt und = 0,0000167 gefunden.

Aluminiumdraht.

Der Durchmesser des Drahtes wurde nach der Wägungsmethode bestimmt. 1 m von dem bei den Beobachtungen benutzten Stück wog in der Luft 2,1052 g und in Wasser von 14,6° C. 1,3267 g. Das auf Wasser von 4° und auf den leeren Raum reducirte specifische Gewicht des Drahtes ist somit 2,7 und der Querschnitt $\pi r^2 = 0{,}77944$ mm^2.

Bei den Beobachtungen zur Bestimmung des Elasticitätsmodules war die Drahtlänge 1042,1 mm. Man erhält somit

$$e = \frac{1042{,}1\, p}{0{,}77944\, s} = \frac{1336{,}99}{\lambda}.$$

Die Beobachtungen geben folgende Werthe für λ und e.

t	*Werthe von λ (mm).*		*Mittel.*	e
	$p = 2$ kg	$p = 3$ kg		
6°	0,1756	0,1819	0,1788	7478
11	0,1799	0,1848	0,1824	7330
12	0,1818	0,1838	0,1828	7314
20	0,1838	0,1876	0,1857	7200
30	0,1853	0,1922	0,1888	7082
40	0,1890	0,1943	0,1917	6974
50	0,1936	0,2000	0,1968	6794
60	0,1983	0,2009	0,1996	6698
70	0,2007	0,2041	0,2024	6606

Bei der Bestimmung des Torsionsmodules des Drahtes nach der dynamischen Methode wurde die grössere Belastung benutzt. Die Länge des Drahtes war 1030 mm, und als Mittel aus drei nahe übereinstimmenden Beobachtungen (100, 50 u. 100 Schw.) ergab sich $z = 4{,}0637$ sec. Die Messung des Querschnittes giebt $r^2 = 0{,}248105$. Dann erhält man aus der Formel (7)

$$f = 2431.$$

Die Schwingungsbeobachtungen wurden bei einer Temperatur von 15° C. ausgeführt.

Durch Interpolation bekommt man aus obenstehender Tabelle als Werth von e bei dieser Temperatur 7271. Mit dem gefundenen Werthe von f giebt dann die Formel (2) für diese Temperatur

$$\sigma = 0{,}495.$$

Dieser Werth ist nur wenig kleiner als der für den Schmelzpunkt geltende Werth 0,5 und deshalb wahrscheinlich erheblich grösser als der für das Metall normale. Die Erklärung hierzu schien mir zuerst darin zu suchen zu sein, dass die Amplitude der Torsionsschwingungen sehr rasch abnahm, was einen bedeutenden inneren Widerstand andeutet, der die Schwingungszeit verlängern und den aus Gl. (7) berechneten Werth von f somit vermindern muss. Es zeigte sich jedoch, dass der innere Widerstand keinen merklichen Einfluss

auf f haben kann. Wenn man nämlich das Drehungsmoment des genannten Widerstandes der Winkelgeschwindigkeit des schwingenden Systems proportional annimmt, bekommt man zur Berechnung des Torsionsmodules

$$f = 2\pi \left(1 + \frac{\lambda^2}{\pi^2}\right) \frac{Kl}{z^2 r^4},$$

wo λ das logarithmische Decrement bedeutet. Bei einer Beobachtung mit dem untersuchten Drahte, bei welcher die Länge des Drahtes 718 mm war und die grössere Belastung angewandt wurde, ergab sich λ annähernd = 0,0235 und $z = 3{,}3928$ sec. Der Einfluss von λ ist somit verschwindend klein und der Werth von f wird dem oben erhaltenen fast genau gleich. Hieraus ist zu schliessen, dass der grosse Werth von σ, den wir gefunden haben, in anderen Umständen als der inneren Reibung des Drahtes seinen Grund haben muss.

Die Bestimmung des Torsionsmodules des Aluminiumdrahtes nach der statischen Methode gelang nicht. Der Draht war zu weich und die Einstellungen wurden daher unsicher.

Für die am Schlusse dieser Arbeit ausgeführten Berechnungen war es nothwendig die Schmelztemperaturen der verschiedenen Metalle zu kennen. Die Angaben über den Schmelzpunkt des Aluminiums, die man in den gewöhnlichen Lehrbüchern findet, weichen bedeutend von einander ab. Ich bestimmte deshalb annähernd die Schmelztemperatur dieses Metalles durch folgendes Verfahren:

Eine kreisförmige Kupferscheibe von etwa 7,5 g Gewicht wurde in einer grösseren Bunsenflamme zum Glühen erhitzt und das eine Ende eines Stückes des bei den oben beschriebenen Beobachtungen benutzten Aluminiumdrahtes mit der Kupferscheibe in Berührung gebracht. Dann schmalz die Spitze des Drahtes und ein kleiner Theil davon blieb an der Scheibe in geschmolzenem Zustande festsitzen. Die Kupferscheibe wurde hierauf aus der Flamme genommen und in dem Momente, in welchem das an ihr festsitzende Aluminium zu erstarren begann, was mit einem Eisendrahte erkannt werden konnte, wurde die Scheibe in ein Calorimeter geworfen und die Temperaturerhöhung abgelesen. Mit Kenntniss der specifischen Wärme des Kupfers und des Wasserwerthes des Calorimeters erhält man dann einen Näherungswerth für die Temperatur der Kupferscheibe im Momente des Einwerfens, welche Temperatur vom Schmelzpunkte des Aluminiums nicht weit liegen kann. Die mittlere specifische Wärme des Kupfers wurde hier, in ungefährer Uebereinstimmung mit den Resultaten der von Bède ausgeführten Messungen, = 0,1 angenommen. Drei nach dieser Methode ausgeführte Versuche gaben die Werthe

602°, 632° und 603° C. Andere, zwar weniger zuverlässige Bestimmungen gaben im Allgemeinen etwas höhere Werthe. Aus allen diesen Versuchen schliesse ich, dass der Schmelzpunkt des Aluminiums zwischen 600° und 700° C. liegt.

Auch für den Aluminiumdraht wurde der lineare Ausdehnungscoefficient bestimmt. Als mittlerer Werth desselben aus mehreren Bestimmungen zwischen 18° und 80° mit der erstgenannten Temperatur als Anfangstemperatur ergab sich 0,0000232. Der Einfluss der Temperatur auf den genannten Coefficienten trat hier sehr deutlich hervor.

Eisendraht.

Das Gewicht von 775 mm des Drahtes war in der Luft 1,908 g und im Wasser von Zimmertemperatur 1,664 g. Das reducirte specifische Gewicht ist demnach 7,8052 und $\pi r^2 = 0{,}31542$ mm^2.

Bei der Bestimmung von e war die länge des Drahtes 1037 mm. Man bekommt somit die Formel

$$e = \frac{1037\,p}{0{,}31542\,s} = \frac{3287{,}68}{\lambda}.$$

Die Beobachtungen geben folgende Werthe.

t	*Werthe von λ (mm).*		*Mittel.*	e
	$p = 5$ kg	$p = 6$ kg		
8,4°	—	0,1670	0,1670	19687
20,4	0,1705	0,1686	0,1696	19385
30	0,1719	0,1701	0,1710	19226
40	0,1729	0,1706	0,1718	19137
50	0,1736	0,1717	0,1727	19037
60	0,1740	0,1720	0,1730	19004

Der bei 8,4° beobachtete Werth von λ für die kleinere Belastung weicht von den übrigen Werthen so viel ab, dass ich denselben weggelassen habe. Aus diesem Grunde ist der für die genannte Temperatur gefundene Werth von e, der nur aus dem Ausschlage für die grössere Belastung berechnet ist, nicht

ganz vergleichbar mit den Werthen des Elasticitätsmodules, welche für die übrigen Temperaturen erhalten werden. Die für jede Temperatur gefundenen Werthe von λ weichen doch nicht viel von einander ab, denn die Differenz ist fast constant = 0,002, weshalb auch der für 8,4° berechnete Werth von e nur wenig von dem Werthe abweichen kann, den man aus zwei mit den übrigen übereinstimmenden Werthen von λ gefunden hätte.

Eine nach der statischen Methode ausgeführte Messung des Torsionsmodules dieses Drahtes gab folgende Werthe:

p	α	$\frac{p}{\alpha}$
0,005 kg	11,8°	0,0004237
10	23,3	4292
20	47,3	4228
10	23,5	4255
5	11,8	4237
20	46,7	4283
20	46,3	4320
		Mittel: 0,0004265.

Die Länge des Drahtes war 252 mm. Setzt man diesen Werth für l, das gefundene Mittel für $\frac{p}{\alpha}$ und $\pi r^2 = 0{,}31542$ in die Formel (5) ein, so bekommt man

$$f = 7856.$$

Die statische Methode giebt für steifere Drähte, wie diesen, gute Ausschläge. Der gefundene Werth von f dürfte daher dem wahren sehr nahe kommen.

Die Bestimmung wurde bei gewöhnlicher Zimmertemperatur ausgeführt. Als entsprechenden Werth von e bekommt man aus den Beobachtungen etwa 19500. Dann giebt die Formel (2)

$$\sigma = 0{,}241.$$

Schwingungsbeobachtungen, bei welchen die grössere Belastung angewandt wurde und $l = 381$ mm war, gaben $z = 3{,}3123$ sec als Mittel zweier sehr nahe übereinstimmenden Werthe, welche durch eine dritte Bestimmung controlirt wurden. Aus der ausgeführten Messung der Dicke des Drahtes ergiebt sich $r^2 = 0{,}100402$ mm^2. Dann bekommt man aus der Formel (7)

$$f = 8265.$$

Die Temperatur in der Nähe des Drahtes war bei den Schwingungsbeobachtungen 16,4° C.

Der letzte Werth von f giebt mit 19500 als Werth von e

$$\sigma = 0{,}18.$$

Platindraht.

Diese Beobachtungen sind weniger zuverlässig als die übrigen. Obwohl der benutzte Draht unter allen Platindrähten, die zu meiner Verfügung standen, die grösste Dicke hatte, war doch die constante Grundbelastung des Dehnungsapparates für denselben zu gross. Dies zeigte sich ganz deutlich während der Beobachtungen, indem der Draht unter dem Einflusse der grossen Belastung einige Male plötzlich permanent verlängert wurde, welche Verlängerungen zusammen jedoch nur 0,4 mm ausmachten. Die Einstellungen waren auch nicht so sicher wie bei den vorhin beschriebenen Beobachtungen, und das ganze Verhalten des Drahtes bei den Dehnungsversuchen lässt vermuthen, dass der innere Zustand desselben ein ganz anderer war als derjenige eines Drahtes, der einer mässigen Belastung ausgesetzt ist. Aus letzterem Gesichtspunkte dürften die mit diesem Drahte gemachten Beobachtungen einiges Interesse darbieten.

Die Dicke des Drahtes wurde durch Wägung bestimmt. 1041 mm von dem benutzten Stücke, das vor den Beobachtungen geglüht wurde, wogen in der Luft 4,2463 g und in Wasser von 13° C. 4,0479 g. Daraus ergiebt sich das zu Wasser von 4° und leerem Raum reducirte specifische Gewicht 21,3654 und $\pi r^2 = 0{,}1909$ mm^2, welcher Werth dem aus 12 Messungen mit Contactschraube sich ergebenden genau gleich ist.

Bei der Bestimmung des Elasticitätsmodules war die Länge des Drahtes vor den Beobachtungen 1050,4 mm und nach denselben 1050,8 mm. Wir setzen also $l = 1050{,}6$ mm und bekommen dann zur Berechnung des Elasticitätsmodules

$$e = \frac{1050{,}6\, p}{0{,}1909\, s} = \frac{5503{,}4}{\lambda}.$$

Die Resultate der Beobachtungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

t	*Werthe von λ (mm).*		*Mittel.*	e
	$p = 0{,}5$ kg	$p = 1$ kg		
4°	0 3378	0,3412	0,3395	16210
10	0,3486	0,3397	0,3442	15989
30	0,3672	0,3810	0,3741	14711
50	0,3919	0,3972	0,3946	13947
70	0,3868	0,4131	0,4000	13759

Zur Berechnung des Torsionsmodules des Drahtes ergab sich aus den Schwingungsbeobachtungen $z = 3{,}6214$ sec (Mittel aus drei nahe übereinstimmenden Werthen). Bei diesen Schwingungen wurde die kleinere Belastung benutzt, und der Draht hatte eine Länge von 1042 mm. Aus der Bestimmung des Querschnittes bekommt man $r^2 = 0{,}060766$ mm^2. Die Formel (6) giebt dann

$$f = 7264.$$

Die Temperatur war bei dieser Bestimmung 15,6° C.

Mit der Torsionswage wurden folgende Resultate erhalten:

p	α	$\frac{p}{\alpha}$
0,005 kg	22,40°	0,0002232
2	9,35	2139
1	4,60	2174
3	13,75	2182
		Mittel: 0,0002182.

Mit den Werthen $l = 152$ mm, $\frac{p}{\alpha} = 0{,}0002182$, $\pi r^2 = 0{,}1909$ mm^2 bekommt man aus der Formel (5)

$$f = 6618.$$

Die Temperatur in der Nähe des Drahtes war bei der letzten Bestimmung 14,5° C.

Als Werth von e bei 15° C. bekommt man aus der obenstehenden Tabelle etwa 15670. Der dynamische Werth von f giebt dann

$$\sigma = 0{,}079.$$

und der statische

$$\sigma = 0{,}184.$$

Anwendung der Resultate.

In den oben erwähnten Arbeiten habe ich für den Druck, welcher durch die Wärmebewegung der Molecüle eines isotropen einfachen festen Körpers hervorgebracht wird, folgenden Ausdruck abgeleitet:

$$P = \frac{du^2(1+bt)}{2bT}. \tag{8}$$

Hier bedeutet P den Wärmedruck auf die Flächeneinheit, d die Dichte des Körpers, b den linearen Ausdehnungscoefficienten, welcher als von der Temperatur unabhängig betrachtet wird, T die absolute Temperatur, t die vom Gefrierpunkte des Wassers gerechnete Temperatur und u eine mittlere Geschwindigkeit der Molecüle bei ihren Bewegungen in Verhältniss zu einander. Setzt man

$$\frac{u^2}{T} = \frac{u_0^2}{T_0},$$

wo u_0 und T_0 die Werthe von u und T beim Gefrierpunkte bezeichnen, so bekommt man

$$P = \frac{u_0^2}{2\,T_0} \cdot \frac{d(1+bt)}{b}. \tag{9}$$

In der ersten der oben citirten Arbeiten habe ich u_0 aus der Annahme berechnet, dass die aus der progressiven Molecularbewegung herrührende lebendige Kraft eines Molecüles bei den einfachen festen Körpern denselben Werth habe wie bei den Gasen, wenn die Temperatur dieselbe ist [1]). Mit Anwendung der von CLAUSIUS berechneten Geschwindigkeit eines Wasserstoffmolecüles bei 0° C. bekommt man dann, indem man 1 mm als Längeneinheit, 1 sec als Zeiteinheit, die Schwere von 1 kg als Krafteinheit und 1° C. als Temperatureinheit annimmt,

$$P = \frac{1{,}27\,s(1+bt)}{b\gamma}, \tag{10}$$

wo s das specifische Gewicht und γ das chemische Moleculargewicht bezeichnet.

Ohne die letztgenannte Annahme von der Gleichheit der molecularen lebendigen Kraft bei gleich temperirten Gasen und festen Körpern einzuführen kann man u_0 auch aus der Voraussetzung berechnen, dass die Wärmemenge,

[1]) Ueber die Wärmebewegung etc. p. 21—22.

die ein fester Körper bei Erwärmung unter constantem Drucke von aussen empfängt, zur Vergrösserung der Amplitude und der lebendigen Kraft der Molecularschwingungen verbraucht wird [1]). Die Werthe von u_0, welche man nach dieser Annahme erhält, sind um etwa $\frac{1}{6}$ kleiner als die aus der Gastheorie abgeleiteten Werthe, und die aus (9) berechneten Werthe von P werden dementsprechend nahezu im Verhältniss 5 : 7 kleiner. Mit Benutzung der oben erwähnten Einheiten bekommt man dann

$$P = \frac{0{,}1417\, c_p s\, (1 + bt)}{b}, \tag{11}$$

wo c_p die specifische Wärme bei constantem Drucke bezeichnet.

Einen dritten Ausdruck für P, in welchem, wie in (10) und (11), auch nur experimentell bestimmbare Grössen vorkommen, habe ich [2]) aus der Voraussetzung abgeleitet, dass die in mechanischen Einheiten gemessene Differenz zwischen der specifischen Wärme bei constantem Drucke und der specifischen Wärme bei constantem Volumen, für welche Differenz in der mechanischen Wärmetheorie ein Ausdruck abgeleitet wird, der Differenz der entsprechenden Arbeiten zur Vergrösserung der Schwingungsamplitude der Molecüle gleich sei. Man bekommt nämlich aus dieser Voraussetzung, wenn man mit β den cubischen Compressionscoefficienten bei der Temperatur t und mit β_0 den Werth desselben für $t = 0$ bezeichnet,

$$\frac{1}{P} = \frac{2}{9}\left(\beta + \frac{\beta - \beta_0}{bt}\right). \tag{12}$$

Ferner habe ich den Compressionscoefficienten als Function der Temperatur durch folgende Formel ausgedrückt:

$$\beta = \beta_0 (1 + ct), \tag{13}$$

wo c einen von der Temperatur unabhängigen Coefficienten darstellt. Dieser Ausdruck muss wenigstens für kleinere Werthe von t gültig sein, ist aber mit grosser Wahrscheinlichkeit auch innerhalb weiterer Temperaturgebiete anwendbar, denn β dürfte bei den festen Körpern kaum in höherem Maasse von der Temperatur beeinflusst werden als die meisten anderen Constanten dieser Kör-

[1]) Undersökn. ang. molekylarrörelsen, p. 68 ff.
[2]) Ueber die Wärmebewegung etc., p. 27 ff.; Nachtrag zu dem Aufs. etc., p. 180.

per, die auch innerhalb weiter Gebiete als lineare Functionen der Temperatur betrachtet werden können. Führen wir den Werth von β aus (13) in die Gleichung (12) ein, so erhalten wir:

$$\frac{1}{P} = \frac{\beta_0}{4{,}5}\left(1 + \frac{c}{b} + ct\right). \tag{12a}$$

Für den Compressionscoefficienten haben wir auch den Ausdruck

$$\beta = \frac{3\,(1 - 2\sigma)}{e} \tag{14}$$

oder

$$\beta = \frac{\mu}{e},$$

wenn

$$3\,(1 - 2\sigma) = \mu$$

gesetzt wird. Bezeichnet man die Werthe von μ und e für $t = 0$ mit μ_0 und e_0, so bekommt man folglich:

$$\frac{1}{P} = \frac{2}{9} \cdot \frac{\mu_0}{e_0} \cdot \left(1 + \frac{c}{b} + ct\right). \tag{12b}$$

Wenn P aus den Gleichungen (10) und (12b) eliminirt wird, so ergiebt sich:

$$\frac{\mu_0}{e_0}\left(1 + \frac{c}{b} + ct\right) = \frac{3{,}543\, b\gamma}{s\,(1 + bt)}.$$ [1])

---

[1]) Wenn man in die letzte Gleichung $s = \frac{s_0}{(1+bt)^3}$ einsetzt, so bekommt man:

$$\frac{\mu_0}{e_0}\left(1 + \frac{c}{b} + ct\right) = \frac{3{,}543\, b\gamma}{s_0}(1 + bt)^2.$$

Diese Gleichung kann auch in folgender Gestalt geschrieben werden:

$$\frac{\mu_0}{e_0} \cdot \frac{b + c}{b} \cdot \left(1 + \frac{bc}{b + c} \cdot t\right) = \frac{3{,}543\, b\gamma}{s_0} \cdot (1 + 2bt), \tag{α}$$

wenn man b^2t^2 vernachlässigt. Die beiden Klammern in (α) drücken den Einfluss der Temperatur auf $\frac{1}{P}$ aus. Diese Ausdrücke können aber nicht exact sein, weil sie aus empirischen Temperaturformeln für das Volumen und den Compressionscoefficienten abgeleitet sind. Als eine Folge dieser Ungenauigkeit, welche übrigens hier von rein formeller Bedeutung ist, bekommt man durch Gleichsetzung der genannten Ausdrücke

$$c = -2b,$$

Setzt man $t = 0$ und bezeichnet den entsprechenden Werth von s mit s_0, so bekommt man aus der letzten Gleichung:

$$c = \left(\frac{3{,}543\, e_0 b\gamma}{\mu_0 s_0} - 1\right) b. \tag{15}$$

Nun ist $\mu_0 = 3\,(1 - 2\sigma_0)$, wo σ_0 den Werth von σ für $t = 0$ bezeichnet. Wird dieser Ausdruck für μ_0 in (15) eingeführt und die Gleichung in Bezug auf σ_0 aufgelöst, so erhält man schliesslich:

$$\sigma_0 = \frac{1}{2}\left[1 - \frac{1{,}181\, e_0 b^2\gamma}{s_0 (b + c)}\right]. \tag{16}$$

Durch ähnliches Verfahren bekommt man aus (11) und (12*b*)

$$c = \left(\frac{31{,}76\, e_0 b}{\mu_0 s_0 c_p} - 1\right) b, \tag{17}$$

$$\sigma_0 = \frac{1}{2}\left[1 - \frac{10{,}59\, e_0 b^2}{s_0 c_p (b + c)}\right]. \tag{18}$$

Die in den Gleichungen (15)—(18) vorkommenden Grössen s_0, e_0, c_p, b und γ sind für die gewöhnlichen Metalle bekannt. Auch die Werthe von μ_0 und σ_0 für dieselben Körper kennt man aus der Elasticitätstheorie und durch ausgeführte Versuche annähernd. Würde man ausserdem c unabhängig von den genannten Gleichungen bestimmen können, so wäre man folglich im Stande diese Gleichungen, somit auch die Annahmen, aus welchen sie abgeleitet sind, zu controliren.

---

was mit den später berechneten Werthen von c und mit empirischen Thatsachen nicht übereinstimmt. Setzt man aber

$$\beta = \beta_0 (1 + ct + c_1 t^2),$$

so erhält man, wenn man in der Schlussgleichung wieder die Glieder mit t^2 vernachlässigt,

$$\frac{\mu_0}{e_0} \cdot \frac{b + c}{b} \cdot \left(1 + \frac{bc + c_1}{b + c} \cdot t\right) = \frac{3{,}543\, b\gamma}{s_0} \cdot (1 + 2bt), \tag{β}$$

und daraus ergiebt sich, wenn man die Klammern gleichsetzt,

$$c_1 = (2b + c)\, b,$$

welche Beziehung den späteren Resultaten nicht widerspricht, wenn sie auch keine genaue Gültighet haben kann.

Eine solche Bestimmung von c scheint mir nun mit Kenntniss vom Schmelzpunkte und vom Einflusse der Temperatur auf den Elasticitätsmodul ausgeführt werden zu können. Aus der Gleichung (14) bekommt man nämlich:

$$e = \frac{3(1-2\sigma)}{\beta}. \tag{19}$$

Beim Schmelzpunkte nimmt e den Werth 0 oder einen so kleinen Werth an, dass derselbe jedenfalls im Vergleich mit den Werthen von e für niedrigere Temperaturen $= 0$ gesetzt werden kann. Dagegen muss β mit steigender Temperatur wachsen, bleibt aber stets eine endliche Grösse. Damit e beim Schmelzpunkte $= 0$ gesetzt werden könne, muss also der Zähler im Ausdrucke (19) bei dieser Temperatur $= 0$ oder

$$\sigma = 0{,}5$$

angenommen werden. Zu denselben Folgerungen leiten auch andere Ueberlegungen.

Nun hat σ bei gewöhnlicher Temperatur Werthe, welche, wie ausgeführte Messungen zeigen, für die meisten Körper zwischen 0,25 und 0,4 liegen, und da die in Frage stehende Grösse bei einer Erwärmung bis zum Schmelzpunkte nur bis zum Werthe 0,5 zunimmt, scheint es zulässig dieselbe als eine lineare Function der Temperatur zu betrachten. Wir setzen daher

$$\sigma = \sigma_0(1 + \alpha t), \tag{20}$$

wo α einen constanten Temperaturcoefficienten bezeichnet. Die Abweichung dieser Annahme vom wahren Temperaturgesetze der Grösse σ muss um so kleiner sein, je kleiner das Temperaturgebiet ist, innerhalb welches die Formel angewendet wird. Infolge dessen ist es zu erwarten, dass diese Formel für Körper mit niedrigen Schmelzpunkten genauer gültig sei als für Körper, deren Schmelzpunkte höher liegen, und dass die aus ihr gezogenen Folgerungen für jene Körper mit den Erfahrungsthatsachen besser übereinstimmen werden als für diese.

Wenn man in die Gleichung (19) den Ausdruck für σ aus (20) und den Ausdruck für β aus (13) einführt, so erhält man

$$e = \frac{3[1-2\sigma_0(1+\alpha t)]}{\beta_0(1+ct)}.$$

Diese Formel kann man auch in folgender Gestalt schreiben:

$$e = \frac{3(1-2\sigma_0)}{\beta_0} \cdot \frac{1 - \frac{2\sigma_0\alpha}{1-2\sigma_0} \cdot t}{1+ct}.$$

Setzt man hierin

$$\frac{2\sigma_0\alpha}{1-2\sigma_0} = a$$

und beachtet, dass

$$\frac{3(1-2\sigma_0)}{\beta_0} = e_0$$

ist, so bekommt man:

$$e = e_0 \cdot \frac{1-at}{1+ct}. \tag{21}$$

Die neue Constante a kann man nun aus der Schmelztemperatur bestimmen. Wenn diese mit t_1 bezeichnet wird, hat man nämlich, da e beim Schmelzpunkte $= 0$ ist und der Nenner nicht unendlich werden kann,

$$1 - at_1 = 0,$$

woraus sich ergiebt

$$a = \frac{1}{t_1}.$$

Wenn dieser Werth von a in (21) eingesetzt wird, erhält man

$$e = e_0 \cdot \frac{t_1 - t}{t_1(1+ct)}. \tag{22}$$

Aus der letzten Gleichung bekommt man

$$c = \frac{e_0(t_1 - t) - et_1}{et_1 t}. \tag{23}$$

Diese Formel dient zur Berechnung von c, wenn man ausser e_0 und t_1 den Werth von e bei einer dritten Temperatur t kennt.

Umgekehrt kann man aus (22) t_1 berechnen, wenn ausser e_0 und c der Werth von e bei der Temperatur t gegeben ist. Man erhält dann:

$$t_1 = \frac{e_0 t}{e_0 - e(1+ct)}. \tag{24}$$

Wir wollen nun für die fünf von uns untersuchten Metalldrähte die Werthe von c nach der Formel (23) berechnen. Weil wir aber die Werthe von e beim Gefrierpunkte des Wassers nicht kennen, werden wir als Nullpunkt für jeden Draht eine andere niedrige Temperatur wählen, für welche der Werth von e aus unseren Beobachtungen bekannt ist. Die Werthe von c, die wir so bekommen, sind mit Rücksicht auf die Bedeutung dieses Coefficienten in den vorstehenden Formeln nicht ganz identisch mit den Werthen, welche man erhalten würde, wenn man die Temperatur vom gewöhnlichen Nullpunkte rechnen würde; die Unterschiede sind aber sehr klein und üben keinen Einfluss auf die schliesslichen Resultate aus. — Man findet auch, dass Beobachtungsfehler um so weniger auf die Werthe von c einwirken können, je grösser der Unterschied ist zwischen dem Nullpunkte und der in die Formel einzuführenden Temperatur t, vorausgesetzt, dass t doch hinreichend weit von t_1 liegt, was hier für alle bei den Beobachtungen vorkommenden Werthe von t der Fall ist. Wir wählen darum als Werth von t für jeden Draht die höchste Temperatur, für welche die Beobachtungen den Werth von e geben.

Die Angaben über den Schmelzpunkt des Aluminiums sind sehr verschieden; als Werthe jener Temperatur werden 600°, 800° und 1300° C. angeführt. Auf Grund der von mir ausgeführten Bestimmungen muss ich den letzten Werth als ganz unrichtig ansehen. Andererseits schliesse ich aus denselben Versuchen, dass die Schmelztemperatur dieses Metalles etwas über 600° liegt. Als Werth derselben dürfte man dann 650° annehmen können. — Als Schmelztemperatur des Kupfers findet man 1050° und 1090° angeführt. Wir wählen hier den letzteren Werth, welcher als von DANIELL gefunden angegeben wird. — Für Eisen nehmen wir den Werth 1600° und für Platin 1700° an. Diese Zahlen stimmen mit den meisten Angaben überein, obwohl für den letztgenannten Körper auch höhere Werthe angeführt werden.

In der folgenden Tabelle stellen wir die aus (23) berechneten Werthe von c mit den Berechnungsdaten zusammen.

	Nullpunkt.	e_0	t	e	t_1	c
Kupferdraht 1 . . .	10° C.	12507	50	11576	1080	0,0006081
Kupferdraht 2 . . .	10° C.	12931	60	12065	1080	0,0002039
Aluminium	11° C.	7330	59	6606	639	0,0001211
Eisen	8° C.	19687	52	19004	1592	0,0000404
Platin	10° C.	15989	60	13759	1690	0,0020136

Die so erhaltenen Werthe von c werden wir jetzt zur Berechnung von σ_0 nach den Formeln (16) und (18) anwenden. Dabei benutzen wir die untenstehenden, mit den genauesten Bestimmungen nahe übereinstimmenden Werthe der übrigen Constanten. Wir finden so:

	s_0	γ	c_p	e_0	b	σ_0	
						Aus (16)	Aus (18)
Kupferdraht 1 . . .	8,85	63,2	0,095	12500	0,0000171	0,474	0,463
Kupferdraht 2 . . .	8,85	63,2	0,095	12900	171	0,428	0,393
Aluminium	2,70	27,3	0,214	7330	234	0,334	0,245
Eisen.	7,80	55,9	0,114	19700	120	0,269	0,175
Platin	21,40	194,4	0,032	16000	89	0,497	0,495

Wie man sieht, fallen die Werthe von σ_0, die wir gefunden haben, ohne Ausnahme innerhalb der Grenzen 0 und 0,5, innerhalb welcher diese Grösse sowohl nach der Elasticitätstheorie als nach ausgeführten Versuchen liegen soll. In diesem Resultate sehe ich eine bemerkenswerthe Bestätigung der wichtigsten Voraussetzungen und Schlussfolgerungen, die in meinen früheren Arbeiten über die Molecularbewegung fester Körper dargestellt sind, sowie auch eine Verification der Annahmen, aus welchen die Gleichungen (21)—(24) abgeleitet sind, und zugleich eine Controle der ausgeführten Bestimmungen des Elasticitätsmoduls. Es ist besonders zu bemerken, dass relativ unbedeutende Veränderungen der Werthe von e_0 und e, die wir bei der Berechnung von c aus (23) angewandt haben, hinreichend sind um den Werth von $c = 0$ oder negativ zu machen, und dass solche Werthe von c wieder ganz ausserhalb der genannten Grenzen fallende Werthe von σ_0 geben. Wenn man in die Gleichungen (16) und (18) z. B. $c = 0$ einsetzt, so wird σ_0 für alle von uns untersuchten Metalle negativ, und für negative Werthe von c bekommt man auch stets ausserhalb der obengenannten Grenzen fallende Werthe von σ_0, die positiv oder negativ sind, je nachdem $-c >$ oder $< b$ ist und für $-c = b$ unendlich werden. Da nun die Werthe von c, obwohl sie überhaupt klein sind, jedoch so herausfallen, dass sie Werthe von σ_0 geben, die mit der Elasticitätstheorie in voller Uebereinstimmung sind, so spricht dieses nicht nur für die Richtigkeit der gemachten Annahmen, sondern auch für die Brauchbarkeit der Beobachtungen, welche wir bei diesen Berechnungen angewandt haben.

Für kleinere Werthe von t kann man zwar aus unseren Beobachtungen in einzelnen Fällen negative Werthe von c erhalten. So z. B. wird der Werth von c für den Eisendraht negativ, wenn man mit Benutzung des für 60^0 erhaltenen Werthes von e 20^0 C. als Nullpunkt annimmt. Solche Resultate zeigen indessen nur, dass die Beobachtungen nicht hinreichend genau sind, damit man bei der Berechnung von c beliebig kleine Werthe von t anwenden könnte.

Was besonders den Eisendraht anbetrifft, so hätten wir, wenn wir 8^0 C. als Nullpunkt und den entsprechenden Werth des Elasticitätsmodules als Werth von e_0 annehmen, streng genommen diejenigen Werthe von e anzuwenden, welche der grösseren Belastung entsprechen, denn der Werth des Elasticitätsmodules des genannten Drahtes für 8^0 C. wurde nur aus der Beobachtung bestimmt, die für diese Belastung ausgeführt wurde. Nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet wird c dann $= 0{,}000014$, und mit diesem Werthe von c bekommt man für σ_0 aus (16) einen innerhalb der oben genannten Grenzen fallenden positiven Werth, aus (18) dagegen einen negativen Werth.

Wenn man die übrigen von uns ausgeführten Beobachtungen nach der Methode der kleinsten Quadrate behandelt, indem man a und t_1 als bekannt annimmt und dieselben Nullpunkte wie oben anwendet, bekommt man für c ohne Ausnahme positive Werthe, und die entsprechenden Werthe von σ_0 fallen auch alle zwischen 0 und 0,5.

Die für den Platindraht aus (16) und (18) erhaltenen Werthe von σ_0 sind nur wenig kleiner als der dem Schmelzpunkte entsprechende Werth 0,5. Dieses Resultat steht ohne Zweifel mit den exceptionellen Verhältnissen in Zusammenhang, unter welchen die Bestimmung des Elasticitätsmodules dieses Drahtes ausgeführt wurde. Wie das Verhalten des Drahtes während der Beobachtungen, so scheint auch der grosse Werth von σ_0, den wir auf Grund dieser Beobachtungen gefunden haben, anzudeuten, dass der Draht durch die grosse Belastung in einen Zustand gebracht war, der dem flüssigen Zustande näher lag als der gewöhnliche Zustand des Metalles.

Wir wollen noch unter Voraussetzung, dass der Werth von σ_0 gegeben ist, die Werthe von c aus den Formeln (15) und (17) berechnen. Hierbei ist zu bemerken, dass diese Formeln, ebenso wie die Gleichungen, aus welchen sie abgeleitet sind, isotrope Körper voraussetzen. Die Werthe, welche wir für s_0, c_p, b und e_0 angewandt haben, dürften dieser Voraussetzung annähernd entsprechen. Die Werthe von σ_0, die aus verschiedenen Versuchen hervorgehen, sind aber so verschieden und vom Zustande der Körper so abhängig, dass es unmöglich ist zu entscheiden, welcher Werth für jeden Körper der Annahme von Isotropie am nächsten entspricht. Wir nehmen daher für alle von

uns untersuchten Metalle einen und denselben Werth von σ_0 an, welchen wir aus unseren Beobachtungen ableiten wollen. Diese Beobachtungen gaben für σ_0 die Werthe: 0,284, 0,392, 0,475, 0,495, 0,241, 0,180, 0,079 und 0,184. Das Mittel aus diesen Werthen ist 0,291. Wir setzen daher $\sigma_0 = 0{,}3$, welcher Werth auch den Werthen sehr nahe kommt, die Andere für die gewöhnlichsten Metalle gefunden haben. Mit diesem Werthe von σ_0 wird $\mu_0 = 1{,}2$, und die Formeln (15) und (17) gehen in die folgenden über:

$$(15a) \qquad c = \left(\frac{2{,}953\, e_0 b \gamma}{s_0} - 1\right) b,$$

$$(17a) \qquad c = \left(\frac{26{,}47\, e_0 b}{s_0 c_p} - 1\right) b.$$

Wenn man in diese Formeln die oben benutzten Werthe von s_0, c_p, b, e_0 und γ einsetzt, ergeben sich folgende Werthe von c:

	Aus (15a)	Aus (17a)
Kupferdraht 1 .	0,0000600	0,0000980
Kupferdraht 2 .	0,0000628	0,0001022
Aluminium. . . .	0,0000964	0,0001605
Eisen	0,0000480	0,0000724
Platin	0,0000251	0,0000401.

Eine vollständige Uebereinstimmung der so berechneten Werthe mit den Werthen, die wir oben aus (23) gefunden haben, ist ja nicht zu erwarten. Doch sind die für den zweiten Kupferdraht, Aluminium und Eisen aus (15a) und (17a) erhaltenen Werthe durchaus von derselben Grössenordnung wie die aus (23) berechneten.

Wäre der normale Werth von σ_0 für jedes Metall bekannt, so wären wir wahrscheinlich auch im Stande zu entscheiden, welche von den Formeln (15) und (17) mit der Formel (23) besser übereinstimmt. Daraus würden wir vielleicht weiter in Bezug auf die beiden oben erwähnten, von einander unabhängigen Methoden zur Berechnung der mittleren Geschwindigkeit u der Molecularbewegung der einfachen festen Körper einige Schlüsse ziehen können. Weil aber der Werth von σ_0, den wir in (15) und (17) eingesetzt haben, nur ein mittlerer Werth ist, von welchem der für jedes Metall normale Werth wahrscheinlich mehr oder weniger abweicht, so erhalten wir jetzt aus einer Vergleichung der aus den drei genannten Formeln sich ergebenden Werthe von c

keine sichere Anhaltspunkte zur Entscheidung zwischen den in Frage stehenden Gleichungen oder den Annahmen, aus welchen sie abgeleitet sind.

Schliesslich werden wir mit den Werthen von c, die wir aus (15a) und (17a) erhalten haben, und den Werthen von e_0, e und t, welche zur Berechnung von c aus (23) benutzt wurden, die Werthe von t_1 aus der Formel (24) für die vier ersten Drähte berechnen. Zu diesen Werthen haben wir noch die Temperaturen der für die verschiedenen Drähte angenommenen Nullpunkte zu addiren. Wir erhalten dann die vom Gefrierpunkte des Wassers gerechneten Schmelztemperaturen.

	Berechnete Schmelzpunkte.	
	c ber. aus (15a)	c ber. aus (17a)
Kupferdraht 1	708° C.	725° C.
Kupferdraht 2	956	990
Aluminium	641	665
Eisen	1619	1682.

Für den Platindraht ergeben sich Werthe von etwa 450° C. Dass der berechnete Schmelzpunkt dieses Drahtes so niedrig herausfällt, erklärt sich aus den von den gewöhnlichen abweichenden Verhältnissen bei der Bestimmung des Elasticitätsmodules des Drahtes.

Die Resultate, welche wir zuletzt erhalten haben, lassen erwarten, dass wenn man für jedes Metall den Werth von σ_0, der dem isotropischen Zustande am nächsten entspricht, genau kannte und der Einfluss der Temperatur auf den Elasticitätsmodul auch mit hinreichender Genauigkeit bestimmt wäre, die Schmelztemperatur aus der Formel (24) in Verbindung mit (15) oder (17) mit ziemlich grosser Genauigkeit berechnet werden könnte. Es ist vorauszusehen, dass der berechnete Werth mit dem beobachteten im Allgemeinen um so näher übereinstimmen würde, je niedriger der Schmelzpunkt liegt. Die Formel (24) hängt nämlich von der Annahme ab, dass σ und β lineare Functionen der Temperatur seien, und diese Annahme muss der Wahrheit um so näher entsprechen, je kleiner das Temperaturgebiet ist, das zwischen dem Gefrierpunkte und dem Schmelzpunkte liegt. Aus diesem Grunde ist es anzunehmen, dass auch die Formel (24) um so genauer gültig sei, je enger das erwähnte Gebiet ist.

Auch aus den WERTHEIM'schen Versuchen kann man die Werthe von c nach der Formel (23) berechnen. Hierbei muss man sich doch zu den Bestimmungen mit ausgeglühten Drähten bei 100° und 200° beschränken, weil die Beobachtungen bei 15° mit anderen Drahtexemplaren ausgeführt sind. Wählt man 100° als Nullpunkt, so bekommt man aus diesen Versuchen folgende Werthe:

	e_0	t	e	t_1	c
Silber	7274	100	6374	900	0,000144
Kupfer	9827	100	7862	990	0,001237
Eisen	21877	100	17700	1500	0,001536
Platin.	14178	100	12964	1600	0,000253

Die Werthe von c für Kupfer und Eisen sind erheblich grösser als die aus unseren Beobachtungen berechneten. Es könnte dies zum Theil daher rühren, dass c factisch nicht constant ist, sondern wahrscheinlich mit der Temperatur zunimmt. Wenn man die Werthe in (16) und (18) einsetzt, bekommt man doch wieder für alle vier Metalle Werthe von σ, die zwischen 0 und 0,5 liegen.

Nach den WERTHEIM'schen Bestimmungen würde das Gold darin eine Ausnahme von den übrigen Metallen bilden, dass der Werth von e für diesen Körper bei 200° etwas grösser wäre als bei 100°. Der Unterschied ist doch nicht so gross, dass man daraus einen sicheren Schluss über den Einfluss der Temperatur auf den Elasticitätsmodul des Goldes ziehen könnte.

Berichtigung.

Seite 4 Formel (3) soll heissen:

$$\beta = 3\left(\frac{3}{e} - \frac{1}{f}\right).$$

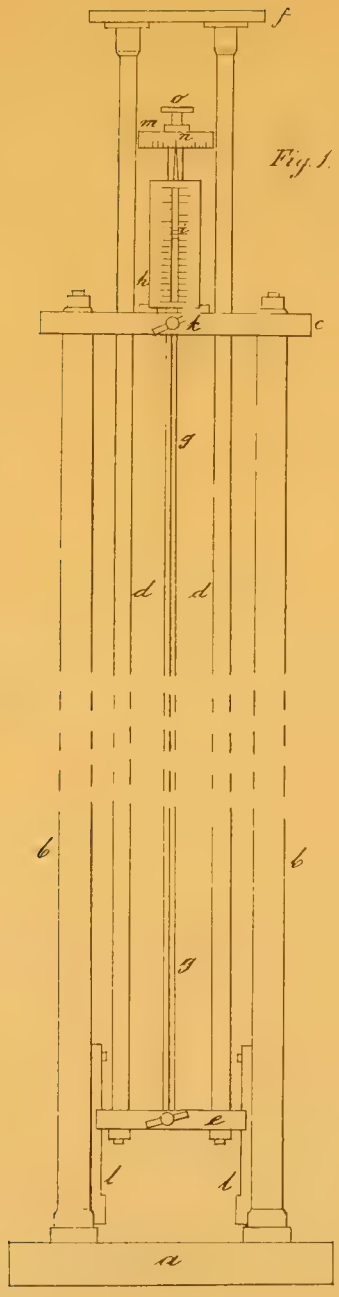


Fig. 1.

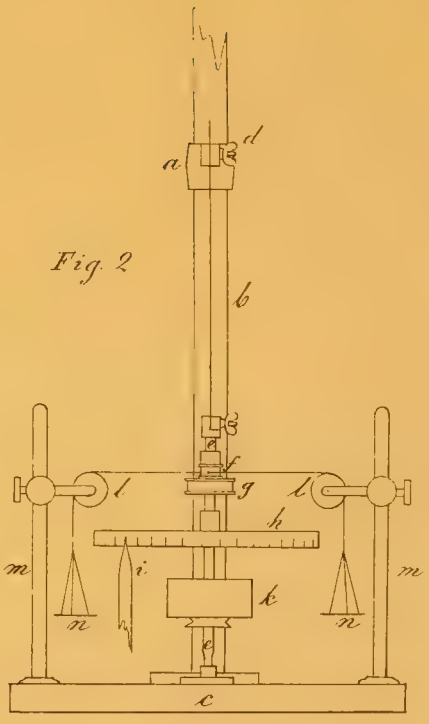


Fig. 2.

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ.
TOM. XXVI. № 6.

BEITRÄGE ZUR KENNTNIS

DER ANATOMIE

VON

NORNERIA GIGAS R. CAN.

VON

ERIK NORDENSKIÖLD.

Als der Verfasser sich vor einem Jahr mit der Anatomie und Systematik der Hydrachniden beschäftigte [1]) fühlte er in hohem Grade den Mangel an anatomischem und morphologischem Vergleichsmaterial aus den übrigen Acaridengruppen. Es sind freilich einige von den Hauptfamilien der Acariden beschrieben worden, so z. B. die Trombididen [2]) die durch die Arbeiten Henkings [3]), Cronebergs [4]), Michaels [5]) u. A. gut bekannt sind, ferner sind die Gamasiden von Winkler [6]) und Michael [7]), die Bdelliden von Michael [8]) beschrieben worden. Es giebt aber auch Familien, von welchen jede anatomische und sogar jede über die einfachsten systematischen Merkmale sich erstreckende morphologische Auskunft fehlt. Von diesen Gruppen ist die Familie *Eupodidae* keineswegs unbedeutend, und bietet dadurch besonderes Interesse dar, dass deren Mitglieder, obwohl sie durch ihre gut entwickelten Trachéen zu den tracheaten Acariden, und zwar zu den Prostigmaten, zu Zählen sind, doch durch mehrere andere Merkmale sich als recht primitiv erweisen, und es daher zu hoffen ist, dass eine Untersuchung dieser Formen Auskunft über einige morphologische Fragen innerhalb der Acaridengruppe im allgemeinen geben werde.

---

[1]) Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Systematik der Hydrachniden. Acta Societatis Scientiarum Fennicae, Tom. XXIV, N:o 5.

[2]) Der Familienname *Trombididae* wird in diesem Aufsatz immer in dem weiteren Sinn genommen, wie in meiner oben citierten Abhandlung, pag. 66, angegeben ist.

[3]) Henking, H. Beiträge zur Anatomie, Entwickelungsgeschichte und Biologie von Trombidium fuliginosum Herm. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 37. Leipzig 1882.

[4]) Cronberg, A. Ueber den Bau von Eylais extendens etc. (russisch). Nachr. der K. Gesellsch. Freunde d. Naturw. etc. T. XXIX. 2 Lief. Moskau 1878.

[5]) Michael, A. D. Internal anatomy of Thyas petrophilus. Proc. of the Zool. Society. London 1895.

[6]) Winkler, W. Anatomie der Gamasiden. Arb. d. Zool. Inst. zu Wien. T. VII, 1886. Ist mir nicht zugänglich gewesen.

[7]) Michael, A. D. On the variations in the internal anatomy of the Gamasinae. Trans. Linn. Society. 2:nd ser. Vol. V. N:o IX. London 1892.

[8]) Michael, A. D. The internal Anatomy of Bdella. Trans. Linn. Society, 2:nd ser. Vol. VI, N:o VII. London 1896.

Da ich mich darum entschlossen hatte, irgend ein Mitglied der Familie der Eupodiden zum Gegenstand einer morphologischen und anatomischen Monographie zu wählen, schien mir aus mehreren Gründen die Gattung *Norneria* dazu besonders geeignet. Erstens sind nämlich die Arten dieser Gattung die grössten Formen der ganzen Familie, was die Untersuchung natürlich sehr erleichtert, zweitens nimmt die Gattung durch den Bau ihrer Mundteile eine Sonderstellung ein, welche einer genaueren Untersuchung desselben ein besonderes Interesse verleiht. Ich habe darum diese Gattung als speziellen Gegenstand meiner Untersuchung über die Anatomie der Eupodiden gewählt, und hoffe dass dieselbe, wenn sie auch an Unvollständigkeit leidet, doch einen Beitrag zur Kenntnis der Anatomie einer in dieser Hinsicht bisher ganz unbekannten Acaridenfamilie liefern wird.

Aeussere Form und Vorkommen.

In einer Uebersicht des Arachnidensystems beschreibt C. L. KOCH [1]) zuerst die Gattung *Scyphius*, welche er in die Familie der Eupodiden einordnet. Die Gattungsbeschreibung verweilt, wie im allgemeinen bei diesem Verfasser, bei äusseren Kennzeichen; so z. B. hat er das wichtige und interessante Merkmal, die Scheerenform der Mandibeln, ganz übersehen. Von der Gattung beschreibt er, jedoch auf äussere, zum Teil unbedeutende Merkmale sich stützend, 12 Arten. Nach KOCH wurde die Gattung *Scyphius* zuerst von KRAMER und NEUMANN [2]) in ihrer Bearbeitung der Acariden der Vega-expedition, berücksichtigt. R. CANESTRINI [3]) beschreibt mit sorgfältiger Genauigkeit die Gattung und zwei Arten derselben aus Italien; er vertauschte den Namen *Scyphius*, der schon anderswo in der Zoologie zu finden ist, mit *Norneria* zu Ehren des Wiener Acarinologen NÖRNER. BERLESE [4]) endlich beschreibt und bildet die Gattung *Norneria* und eine Art derselben ab.

Wie schon die oben angegebenen Litteraturangaben bestätigen, ist die Gattung *Norneria* von sehr verschiedenen Orten bekannt und dürfte also eine sehr

---

[1]) KOCH, C. L. Deutschlands Crustaceen, Myriapoden und Arachniden. Regensburg 1847.

[2]) KRAMER u. NEUMANN. Akarider insamlade under Vega-expeditionen. Vega-exp. vetensk. iakttagelser. Bd. III.

[3]) CANESTRINI, G. Prospetto dell' Acarofauna Italiana. II. Eupodini del dott. R. Canestrini.

[4]) BERLESE, ANTONIO. Acari, Myriapoda et Scorpiones hucusque in Italia reperta. Ordo Prostigmata, Tab. 38.

grosse Verbreitung haben. Wie viele Arten die Gattung einschliesst, muss freilich bei der bisherigen, ungenügenden Kenntnis von der Verbreitung der Gattung und von Exemplaren aus verschiedenen Lokalen als unentschieden betrachtet werden. Gewiss ist die Zahl von 12 Arten, die Koch aufgestellt hat, zu hoch; es war ja Kochs Gewohnheit, aus allerlei Farbenspielarten, die bei den Acariden sogar von der Beschaffenheit und dem Vorhandensein der Nahrung bedingt sein können, neue Arten zu schaffen. Die Exemplare, die ich in Finnland gefunden habe, lassen sich wenigstens sehr ungezwungen auf eine einzige Art zurückführen. Ich habe für diese Art den Canestrini'schen Namen *Norneria gigas* beibehalten, da die Beschreibung derselben vollkommen auf sämmtliche finnländische Formen passt, ferner weit haltbarer als irgend eine der Koch'schen Beschreibungen ist, und schliesslich der Name selbst recht charakteristisch ist, da thatsächlich *Norneria* den Riesen unter sämmtlichen Eupodiden darstellt.

Obwohl der grösste Eupodide, kann doch *Norneria gigas* im Vergleich mit den übrigen Acariden höchstens als eine mittelgrosse Form betrachtet werden. Ein Weibchen, welches ich diesen Herbst mass, hatte eine Länge von 0,94 mm. Es giebt jedoch auch grössere Exemplare, Individuen von etwa 1,2—1,4 mm. Länge. Die Körperform von *Norneria* ist länglich ausgezogen, vorne und hinten ebenso wie seitlich abgerundet. Durch eine deutliche Querfurche wird vom Körper ein Pseudocapitulum abgegrenzt. An diesem bemerkt man die Mundteile: die scheerenförmigen Mandibeln, die schwach Keulenförmigen Palpen und die Unterlippe, welche sämmtlich unten näher beschrieben werden sollen. Die Körperhaut ist glatt und spärlich mit grossen, schwach gefiederten Tastborsten besetzt. Der Vorderteil des Pseudocapitulums ragt über die Basis der Mandibeln als ein knopfförmiger Vorsprung hervor; dieser Knopf trägt zwei besonders kräftige Borsten. An der Ventralseite bemerkt man die spaltförmige Genitalöffnung, welche von einem Paar Längsscheiben mit je zwei s. g. „Saugnäpfen“ umgeben ist, und die endständige Analöffnung. Die Extremitäten sind an schwach hervortretenden Epimeren eingelenkt, wie gewöhnlich fünfgliedrig, das Basalglied ist kurz, keulenförmig, das zweite Glied am längsten, demnächst das dritte, das vorletzte und letzte Glied sind gleichlang. Sämmtliche Glieder sind mit Borsten, ähnlich den Körperborsten, ziemlich dicht besetzt; das letzte Glied endet mit einem Paar einfacher Klauen und einem Paar gefiederter Haftbürsten. Die ersteren sind stark, scharf hakenförmig gebogen; die letzteren sind nicht besonders kräftig und lassen sich kaum von den sie begleitenden Tastborsten durch anderes als durch ihre einseitige Befiederung unterscheiden.

Die Farbe der *Norneria* ist weiss bis gelblichweiss und halbdurchsichtig; je nach der Beschaffenheit des Mageninhalts schwankt aber die Farbe des ganzen Tieres bedeutend: rötliche, bräunliche, grünliche Formen treten unter einander auf.

Norneria gigas ist in Finnland nicht selten. Man findet sie zu allen Jahreszeiten ausser im Winter, und auf allen Lokalen, welche die Hauptbedingung für ihr Leben, Feuchtigkeit, in genügendem Grade besitzen. Sie fordern in der That sehr viel Feuchtigkeit um zu gedeihen, sind darum auch im Sommer am seltensten, kommen aber im Spätherbste zahlreich vor, und bewegen sich munter auch bei kaltem Wetter, wenn sie nur etwas von ungefrorenem Boden übrig haben. Nach dem obengesagten ist es leichtverständlich, dass tiefe, schattige Wälder ihren hauptsächlichsten Aufenthaltsort bilden, besonders Nadelwälder; sie kommen dort in den dicken, feuchten Moosrasen, unter Steinen, unter der Rinde alter, vermodernder Bäume vor. Immer treten sie vereinzelt auf und werden darum leicht übersehen. Am zahlreichsten scheinen sie unter den dicken, feuchten Rasen von Hypnumarten und anderen ähnlichen Moosformen zu sein. An solchen Lokalitäten habe ich sie für meine anatomischen Untersuchungen hauptsächlich in den Wäldern in der Nähe von Helsingfors gesammelt; andere Fundorte sind die Gegend von Sordavala an dem Ladoga See und Wälder in den Kirchspielen Mäntsälä und Lojo im südlichen Finnland. Sie laufen äusserst schnell und können sich, wenn sie verfolgt werden, nicht nur vorwärts, sondern auch seit- und rückwärts bewegen. Da sie ausserdem äusserst zart sind, sind sie oft recht schwierig einzufangen und müssen mit besonderer Sorgfalt behandelt werden, wenn man sie unbeschädigt conservieren will.

Ueber die Lebensweise der *Norneria* liegen bis jetzt keine Angaben vor; auch ist es nicht leicht über das scheue, empfindliche und dazu noch winzig kleine Tier irgend welche Beobachtungen im Freien anzustellen. Es scheint uns unzweifelhaft, dass das Tier ein Nachttier ist. Die Abwesenheit der Augen beweist dieses vollkommen evident, die weisse Farbe, die versteckten Aufenthaltsorte und die grosse Scheuheit des Tieres sind nur Bestätigungen davon. Der Bau der Mundteile sowie die lebhaften Bewegungen des Tieres deuten an, dass dasselbe von Raub lebt, und thatsächlich habe ich ein Exemplar desselben gesehen, welches im Begriff war, eine Poduride fortzuschleppen. Es ist daher anzunehmen, dass diese Tierchen, mit welche *Norneria* ihren Aufenthaltsort teilen, auch ihre Nahrung ausmachen.

Die Fortpflanzung von *Norneria* ist noch unbekannt. Die Männchen scheinen unter allen Umständen weit seltener zu sein als die Weibchen, und

fehlen später im Sommer und im Herbste vollkommen. Die Nymphen gleichen äusserlich ganz den Prosopa, sind nur etwas kleiner. Die Larven sind nicht bekannt.

In Gefangenschaft gedeihen die Nornerien schlecht, fressen wenig oder nichts und gehen mehr oder weniger schnell zu Grunde. Wahrscheinlich sind die nötigen Feuchtigkeitsbedingungen in der Gefangenschaft schwer zu beschaffen. Am längsten halten sie aus, wenn man sie in der Kälte, von feuchtem Moos oder Erde umgeben, aufbewahrt.

Die Exemplare von *Norneria*, welche als Objekte für die im Folgenden wiedergegebene, anatomische Untersuchung verwendet wurden, wurden im Sommer und Herbste 1898 gesammelt, in heissem Alkohol oder heissem Wasser getötet, später in Sublimat oder Picrinessigsäure fixiert und mit dem Microtome geschnitten. Einige Exemplare wurden lebendig in Methylenblau gefärbt und in Bethe's Lösung fixiert. Einige frische Exemplare wurden auch zerzupft, was bei der ausserordentlichen Zartheit der Objekte sehr schwierig war und wenig Erfolg gab. Einige durch die Schnittmetode gewonnene Resultate wurden jedoch hierdurch bestätigt.

Integument.

Die Haut der *Norneria* ist, wie bei den übrigen Acariden, von zwei Schichten gebildet: die äussere Cuticula-schicht und die innere Matrix-schicht. Die Cuticula ist sehr dünn und weich, und zeigt bei sehr starker Vergrösserung eine äusserst feine Querstreifung, welche möglicherweise von einer feinen Behaarung herrührt. Wenigstens werden die Tiere, ins Wasser geworfen, von demselben nicht benetzt, sondern von einer Luftschicht umgeben, was auch bei den meisten übrigen Landacariden eintrifft, und von der Behaarung bedingt ist. Auch die Extremitäten, Muskelansatzstellen und Genitalscheiben sind von verhältnismässig zarter Haut bedeckt, und eine eigentliche Chitinisierung der Haut kommt nur den Mundteilen und Krallen, sowie auch den Insertionspunkten der Tasthaare zu. Auch das Chitin dieser Körperteile ist sehr dünn, scheint aber, auch bei den stärksten Vergrösserungen, homogen zu sein, nicht perforiert wie bei den Trombididen.

Ist also die Cuticula-schicht dünn, so erreicht dagegen die untere, Matrixschicht, wenigstens stellenweise, eine verhältnismässig grössere Dicke. Sie besteht aus einer einfachen Schicht von Zellen mit wenig hervorstehender Begrenzung, feinkörnigem Inhalt und deutlichen Kernen. Freilich ist an anderen

Teilen des Körpers, besonders an den Extremitäten, die Matrix sehr dünn, mit undeutlicher Struktur und wenig hervortretender Begrenzung.

Von den Hautdrüsen, welche bei den Hydrachniden eine so hohe und eigentümliche Entwickelung erreicht haben, und auch bei einigen Landacariden z. B. *Trombidium* und *Bdella*, wenigstens in geringer Grösse und Zahl vorkommen, haben wir bei *Norneria* keine Spur gefunden. Unmöglich ist es jedoch nicht, dass irgend welche Organe mit derselben Funktion wie diese Drüsen vorhanden sein können; es ist uns aber bisher nicht gelungen sie zu entdecken.

Mundteile (Figg. 3 und 4).

Wie im allgemeinen bei den Acariden bietet auch bei *Norneria* der Bau der Mundteile ein besonders grosses Interesse dar, vielleicht in phylogenetisch-systematischer Hinsicht ein grösseres als irgend eine andere anatomische Einzelheit. Sie zeigen bei *Norneria* gewissermassen recht primitive Charaktere, und besitzen andererseits Eigenschaften, die ausgezeichnete Vergleichspunkte mit den Mundformen höher stehender Acariden, z. B. der Trombididen darbieten.

Bei *Norneria* finden wir die bei den Acariden gewöhnlichen Bestandteile des Mundapparates wieder: die Palpen, die Mandibeln und die unpaare, sogenannte Unterlippe. Die Unterlippe (Figg. 3 u. 4, Lb) bildet eine nicht besonders ausgezogene, conische Chitinrinne, deren Basalecken gegen einander gebogen und durch eine dünne, schwach gewölbte Chitinleiste vereinigt sind, welche mit der auch bei anderen, höheren Acariden vorkommenden Chitinbrücke identisch ist und als Insertionspunkt für die Pharyngealmuskeln dient. Die Ränder der Chitinrinne sind übrigens durch eine dünne, etwas concave Haut vereinigt, an welcher die Basalglieder der Mandibeln ruhen. Längs dem Boden des Rüssels erstreckt sich der Oesophagus (Fig. 3 u. 4, Oe), der dieselbe Form wie bei den Trombididen besitzt: ein längliches Rörchen, dessen obere Wand gegen die untere eingedrückt ist. Auch die Muskulatur des Speiserohres ist dieselbe, wie bei mehreren anderen Acaridenformen: das Erweiterungssystem besteht aus einer Doppelreihe von langen Muskelbündeln (Fig. 4, Lph), die einerseits längs der Rückenseite des Oesophagalrohres, andererseits an der Chitinbrücke und den Seitenwänden der Unterlippe inserieren; das Verengerungssystem (Fig. 4, Cph) ist von einer Reihe kurzer, kräftiger Quermuskeln gebildet, die sich bogenförmig über den Oesophagus erstrecken und dessen Seintenränder verbinden. Die Wirkung der beiden Sy-

steme ist ohne weiteres begreiflich; sie bilden zusammen den Bewegungsmechanismus des Saugapparates, durch welchen das Tier seine Nahrung aufnimmt. Der Vorderrand der Unterlippe ist mit mehreren feinen Tasthaaren besetzt.

Die Mandibeln der *Norneria* sind zweigliedrig, scheerenförmig; die Grundglieder sind länglich oval, etwa birnförmig, und ruhen an der oberen, concaven Hautrinne der Unterlippe. Das Grundglied endet mit einer langen, sichelförmig gekrümmten Chitinspitze, gegen welche das zweite, Klauenglied articuliert. Das Klauenglied besitzt eine breite, abgerundete, als Befestigungspunkt für Muskeln dienende Basis, und eine dagegen rechtwinkelig gebogene, aufwärts gekrümmte Spitze. Zwei kräftige Muskelsysteme dienen zur Bewegung des Klauengliedes: das erste inseriert einerseits an dem oberen Teil der Klauenbasis, andererseits an den Hinterseiten des Basalgliedes und bewirkt durch seine Contractionen das Emporheben des Klauengliedes; das andere System inseriert nach hinten ebenfalls an den Seitenwänden des Grundgliedes, nach vorne aber an der Unterseite des Klauengliedes, welches also durch dessen Contractionen nach hinten und unten gezogen wird. Die Beweglichkeit des Grundgliedes gegen die Spitze des Klauengliedes bildet natürlich die ganze Mandibel zu einem kräftigen Greiforgan. Die Beweglichkeit derselben wird durch zwei grosse Muskelbündel bewirkt, welche an der Rückenseite des Körpers unweit der Pseudocapitulum-furche inserieren; das eine von diesen inseriert an der Unterseite des Mandibular-basalgliedes und bewirkt durch seine Contractionen ein Zurückziehen, resp. eine Senkung der Mandibel; das andere befestigt sich an der dorsalseite der Mandibel und zieht dieselbe nach oben und aussen.

Auffallend für den, der sich mit der Anatomie höherer Acariden beschäftigt hat, ist der Umstand, dass die Mandibeln ganz frei auf der Unterlippe ruhen, ohne, wie bei den Trombididen, zusammen mit der Unterlippe von einer Fortsetzung der allgemeinen Körperhaut umgeben zu sein, oder wie bei den Oribatiden und Gamasiden, in den Körper einziehbar zu sein. *Norneria* teilt übrigens diese Eigentümlichkeit mit ihren Verwandten, den meisten übrigen Eupodiden, sowie mit den Bdelliden; diese Eigenschaft steht also nicht so vereinzelt da, wie Michael [1]) in seiner Monographie über *Bdella basteri* behauptet.

Es sind noch die Palpen zu erwähnen. Diese sind an den Seiten der Mandibel im Pseudocapitulum eingelenkt und reichen etwas über ihre Spitzen

[1]) Michael, Anat. of Bdella, p. 482.

hinaus. Sie sind viergliedrig, das erste Glied ist am kürzesten, das zweite am längsten, das dritte kurz, das letzte länglich keulenförmig. Sämmtliche Glieder, besonders aber das letzte, sind mit sehr langen, schwach gefiederten Tastborsten besetzt. Die Palpen dienen also ausschliesslich als Tastwerkzeuge, wogegen die Mandibeln, wie erwähnt, Greiforgane darstellen.

Es sollen später zum Vergleich die Mundteile einiger anderen Eupodiden dargestellt und damit eine Discussion der Verwertbarkeit dieser Charaktere für systematische Zwecke gegeben werden.

Verdauungsorgane und Verdauungsdrüsen.

Die Verdauungsorgane der *Norneria* zeigen bedeutende Uebereinstimmung mit denjenigen von *Bdella*, wie sie MICHAEL beschrieben hat[1]), und auch mit dem der Trombididen, besitzen aber auch mehrere ganz originelle Charaktere. Die Pharynx bildet, wie schon erwähnt wurde, mit ihren zwei Muskelsystemen einen kräftigen Saugapparat, durch welchen die flüssige Nahrung — denn *Norneria* nimmt, wie mehrere andere Acaridenformen, nur solche ein — aufgenommen und in den eigentlichen Oesophagus eingetrieben wird. Dieser bildet ein einfaches Rohr mit ziemlich dünnen Wänden, durchsetzt, wie es bei den Acariden im allgemeinen der Fall ist, das Nervencentrum, und mündet in den Lebermagen ein. Unmittelbar vor der Einmündung ist der Oesophagus gewöhnlich blasenförmig aufgetrieben; dagegen kommen keine grösseren Erweiterungen des Oesophagalrohres, wie MICHAEL es bei *Bdella* gefunden hat, vor.

Der Lebermagen besteht aus einem verhältnismässig engen Centralteil, einem Paar nach vorne gerichteten Lappen von unbedeutender Grösse und einem Paar nach hinten verlaufender Lappen, welche den Hauptteil des Magens bilden und den grössten Teil der Körperhöhle zwischen Nervencentrum und Hinterende des Körpers einnehmen. Uebrigens variiert natürlich der von dem ganzen Lebermagen eingenommene Raum je nach der Füllung des Magens selbst und je nach der Entwickelung der Geschlechtsprodukte bedeutend. Wie aus dem erwähnten hervorgeht, ist der Lebermagen von *Norneria* in seiner äusseren Form viel einfacher als der Magensack mehrerer höher stehender Acariden, z. B. der Trombididen. Im Gegensatz dazu ist der histologische Bau des Lebermagens bei *Norneria* komplizierter als bei irgend einer anderen bisher in anatomischer Hinsicht bekannten Acaridenform. Die Wand des Ma-

---

[1]) MICHAEL, Anat. of Bdella, p. 484.

gens besteht nämlich aus zwei Schichten: erstens aus einer dünnen Membran, welche den Magensack nach aussen hin begrenzt, und zweitens aus einer Schicht von grossen, keulenförmigen Zotten, die von der Magenwand aus, dicht an einander gedrängt in das Innere des Magensackes hineinragen. Diese Zotten sind einzellig, mit dünnen, membranösen Wänden, äusserst feinkörnigem Inhalt und einem zuweilen sehr deutlich hervortretenden Kern. Sehr oft sind aber auch sämmtliche Zellen mit einer tropfenförmig verteilten, stark lichtbrechenden Substanz prall gefüllt, so dass ihr ursprünglicher Inhalt ganz unsichtbar wird. Die erwähnten Tropfen können nichts Anderes als aufgenommene Nahrung sein, und die Zottenbildungen dienen natürlich dazu, die Nahrung aufnehmende Fläche des Magens zu vergrössern. Sie spielen also dieselbe Rolle, wie die zahlreichen, lappenartigen Erweiterungen des Magensackes bei einigen Trombididen, z. B. *Eylais*.

Bei *Norneria* giebt es, wie bei mehreren höher stehenden Acaridenformen, z. B. den Trombididen, Bdelliden, keinen Hinterdarm, sondern der Lebermagen endigt nach hinten blind. Eine Erklärung dieser eigentümlichen Thatsache ist mir hier ebensowenig wie für die anderen erwähnten Formen möglich zu geben; wahrscheinlich ist, dass die erwähnten Acariden von Formen abstammen, welche durch ihre Gewohnheit, nur flüssige, völlig resorbierbare Nahrung einzunehmen, ihren Hinterdarm im Laufe der Zeit eingebüsst haben, denn, wie bekannt, besitzen die am tiefsten stehenden Acaridenformen — Tyroglyphiden, Phytoptiden — einen offenen Verdauungskanal.

Das bei übrigen Acariden vorkommende Excretionsorgan findet man auch bei *Norneria*. Es besteht bei ihr aus einem einfachen, nach vorne keulenförmig angeschwollenen Schlauch, welcher zwischen den beiden Hinterlappen des Lebermagens ruht und sich von der Analöffnung aus schräg nach vorne und oben bis zum Centralteil des Magens erstreckt, wo es in zwei unbedeutenden Lappen endigt. Sehr bemerkenswert ist die Weise, in welcher das Excretionsorgan bei *Norneria* an den Wänden der Körperhöhle befestigt ist. Sowohl nach unten wie nach oben ist, der ganzen Länge des Excretionsorganes nach, eine Reihe von Fasern zwischen dasselbe und den Körperwänden senkrecht ausgespannt, welche das Organ in einer bestimmten Lage beibehalten. Eine solche Vorrichtung ist, soweit wir wissen, unter den übrigen in anatomischer Hinsicht studierten Acariden nicht bekannt. Ebenso eigentümlich ist der innere Bau des Excretionsorganes. Beinahe in derselben Weise wie der Magen ist nämlich das Excretionsorgan an seiner Innenwand mit einzelligen Zotten besetzt, welche in das Innere des Organes hineinragen, und wahrscheinlich die secernierende Fläche desselben vergrössern sollen. Die Ausläufer im Inneren

des Excretionsorganes sind indessen weit kleiner, unregelmässiger geformt, und mit weit undeutlicheren Kernen versehen, als die Magenzotten. Zwischen denselben findet man beinahe immer glänzende, stark lichtbrechende Körner, wahrscheinlich Excretionsprodukte.

Die Analöffnung bildet bei *Norneria* eine endständige Längsspalte, welche von einer dicken Hautschicht umgeben und durch ein Paar Hautlappen verschlossen ist, und worin das Excretionsorgan, nachdem es sich nach hinten stark verschmälert hat, ausmündet. Die Lage der Analöffnung bildet einen der Gattungscharaktere der *Norneria* im Gegensatz zu anderen Eupodidengattungen, bei welchen der Anus entweder bauchständig oder rückenständig ist.

Wie bei den übrigen in anatomischer Hinsicht untersuchten Acariden, findet man auch bei *Norneria* ein System von Drüsenbildungen, deren Ausführungsgänge im Munde ausmünden und welche also ohne Zweifel bei der Verdauung irgend eine Rolle spielen. Soweit uns möglich gewesen ist, die zarten und leicht zerrissenen Bildungen zu untersuchen, giebt es bei *Norneria* zwei Paar solcher Drüsen, das eine massenförmig, das andere schlauchförmig. Das erste (Fig. 3, Sdr) ist zu einer einzigen Drüsenmasse verschmolzen, bei welcher jedoch die deutlich hervortretende Zweilappigkeit die ursprüngliche Paarigkeit des Organes angiebt. Es nimmt den ganzen Raum oberhalb des Oesophagus zwischen dem Ganglion und den Mundteilen ein, indem der gemeinsame Mittelteil nach oben ein Paar beilförmig erweiterter Lappen aussendet, nach unten ebenfalls ein Paar Lappen, welche sich sowohl nach hinten verbreitern und das Nervencentrum seitwärts umfassen, wie nach vorne Ausläufer bis in den Mundkegel selbst aussenden. Die secernierenden Elemente der Drüsenmasse bestehen aus grossen, kegelförmigen Zellen mit körnigem Inhalt und deutlichem Kerne, welche im oberen wie im unteren Teil der Drüse die Spitzen nach der Mitte hin gekehrt haben, wo die paarigen Ausführungsgänge der Drüse ihren Anfang nehmen. Das zweite schlauchförmige Drüsenpaar hat eine histologische Konstruktion ähnlich den entsprechenden Drüsen bei den Hydrachniden: ein enger, centraler Längskanal, welcher von kleinen, secernierenden Zellen umgeben ist; das Ganze von einer dünnen Bindegewebshülle umgeben. Die Drüsenschläuche erstrecken sich an den Seiten den Körperhöhle in der Nähe der vorderen Lappen des Lebermagens anfangend, bis in die Nähe des Mundkegels. Ob ihre Ausführungsgänge sich später mit denjenigen der grossen Drüsenmasse vereinigen, wie es bei den Hydrachniden der Fall ist, ist uns nicht gelungen zu beobachten.

Welche die wahre Funktion dieser Drüsen ist, bleibt bei *Norneria* ebenso unentschieden wie bei den übrigen Acariden. Die unbedeutende Grösse der

Tiere vereitelt alle eingehenderen Untersuchungen in dieser Richtung, und es muss also noch unentschieden bleiben, ob man die Munddrüsen der *Norneria* Giftdrüsen nennen darf, wie Henking sie bei *Trombidium* deutet, oder ob sie als Verdauungsdrüsen gelten müssen, wie die meisten Hydrachnidenforscher sie bei ihren Untersuchungsobjekten nennen.

Atmungsorgane.

Norneria gehört, wie schon erwähnt wurde, zu den *Acarida Prostigmata*, welche durch Trachéen atmen, die durch zwei, zwischen den Basalgliedern der Mandibeln sich öffnende Stigmen ausmünden. Sie stimmt — wie die übrigen Eupodiden — in dieser Hinsicht mit den Trombididen, Bdelliden und anderen der am höchsten stehenden Acaridenfamilien überein. Es giebt aber auch Eigentümlichkeiten in der Entwickelung dieser Organe bei *Norneria*, welche besonders die Ausmündungsweise der Stigmen betreffen. Die Beschaffenheit des allgemeinen, im Körper verbreiteten Trachéennetzes ist dagegen ziemlich dieselbe, wie bei den übrigen in dieser Hinsicht studierten Acariden. Die feinsten Trachéenäste sind im ganzen Körper verteilt, und vereinigen sich allmählich zu mehreren Hauptstämmen, welche an den beiden Seiten des Körpers in je eine langgestreckte, sackartige Luftkammer einmünden (Fig. 1, Tr). Diese beiden Luftkammern sind nicht, wie bei den Trombididen, stark chitinisiert, sondern einfach geringelt, und stellen also nur eine Erweiterung der gewöhnlichen Trachéenstämme des Körpers dar. Aus dem Vorderende jedes Luftsackes leitet ein kurzes, aber sehr weites, etwas bogenförmig nach oben gebogenes Rohr zu den Stigmen, welche am Pseudocapitulum zwischen den Basalgliedern der Mandibeln gelegen sind. Die Ausmündungsrohre sind gerade Fortsetzungen und kaum Verengerungen der Luftkammern selbst. Die feineren Trachéen sind, ähnlich wie die Luftkammern, deutlich geringelt, was auch bei den übrigen Acariden der Fall ist. Die Eigentümlichkeiten im Bau des Trachéensystemes — besonders die des Mündungsapparates im Vergleich mit denjenigen anderer Prostigmaten, sollen später näher behandelt werden.

Im Zusammenhang mit der Respiration mag auch die Cirkulation bei *Norneria* erwähnt werden. Es fehlt bei ihr ebenso wie bei sämmtlichen Acariden, ausser den Gamasiden, jede Spur eines Rückengefässes; das Blut bewegt sich frei im Körper, vorwärts getrieben durch die Bewegungen der Körpermuskulatur.

Nervensystem und Sinnesorgane.

Das Nervensystem der *Norneria* stimmt im Grossen und Ganzen mit dem verwandter höherer Acariden überein, besonders mit demjenigen von *Bdella*, wie es von MICHAEL [1]) beschrieben worden ist. Das Nervencentrum (Fig. 3, Nc) bildet eine unregelmässig nierenförmige, vom Oesophagus etwas schief von unten nach oben durchsetzte Masse, von welcher der obere, dem Gehirn entsprechende Teil kurz, breit und von den Seiten zusammengedrückt, am Sagittalschnitt etwa beilförmig erscheint, wogegen der untere Teil, der Ventralteil, weniger breit, flach und nach hinten lang ausgezogen erscheint. Die beiden Teile des Organes sind durch eine den Oesophagus umfassende Kommissur verbunden. Wie bei *Bdella* wird auch bei *Norneria* der bei weitem grösste Teil des Ganglions von Faserelementen gebildet, wogegen das äussere, körnige, sich stark tingierende Element, das z. B. bei den Hydrachniden den grössten Teil des gesammten Ganglions einnimmt, durch eine dünne, spärlich hervortretende Schicht repräsentiert wird. Im inneren des Ganglions, besonders im Ventralteil desselben, lassen sich die Anfänge der einzelnen grossen Nervenstämme, die durch dazwischenliegende, grobzellige Elemente getrennt sind, recht gut unterscheiden.

Die Hauptstämme der Nerven stimmen in Zahl und Lage mit den oft zuvor beschriebenen Nerven anderer Acariden überein. Von den Nervenstämmen des Supraösophagalteiles sind die Mandibularnerven und die Nerven der Munddrüsen leicht zu unterscheiden. Die Nervenstämme des Ventralteiles sind sechs an der Zahl: die Palpennerven, die vier Nervenpaare, welche die Extremitäten innervieren, und schliesslich das Genitalnervenpaar, das grösste von allen, welches von dem Hinterende des Nervencentrums ausgeht und eine direkte Fortsetzung desselben nach hinten bildet.

Von den Sinnesorganen der *Norneria* sind ohne Zweifel die Tastborsten am wichtigsten. Es wurde schon oben erwähnt, dass sie in Reihenfolge am Körper zerstreut sind, dass sie besonders zahlreich an den Extremitäten und Palpen vorkommen. Sie sind alle von derselben Form: lang ausgezogen, gegen die Basis etwas verschmälert, scharf zugespitzt, im Durchschnitt rund, ihrer ganzen Länge nach fein gefiedert. Mit seinem Basalteil ist das Tasthaar in einem Chitinring eingelenkt, welcher von der allgemeinen Körperhaut umgeben ist. Dadurch wird dem Tasthaare ein gewisser Grad von Beweglichkeit verliehen, welche natürlich die Funktion desselben erleichtert. Ob die Tast-

[1]) MICHAEL, Anat. Bdella, p. 497.

haare mit irgend welchen besonderen Nervenfasern in unmittelbarer Verbindung stehen, ist mir nicht möglich gewesen, mit Bestimmtheit zu entscheiden; es ist nicht gelungen, positive Beweise dafür zu finden, jedoch erscheint es wahrscheinlich, dass eine solche Nervenverbindung existiert, da sie mit der Funktion der Tastborsten zusammenhängt, und Henking [1]) übrigens thatsächlich bei *Trombidium* solche zu den Tastborsten leitende Nervenfasern beobachtet hat.

Es sind noch hervorzuheben die Tastborsten, welche an dem schon früher besprochenen knopfförmigen Anhang gelegen sind, welcher vom Pseudocapitulum in der Furche zwischen den Basalgliedern der Mandibeln hervorragt. Der Anhang (Fig. 3, K) ist knopfförmig, oben abgerundet, unten flach und durch einen breiten, kurzen Stiel am Körper befestigt. Das Innere des Anhanges ist von einer körnigen, stark tingierbaren Masse erfüllt. Die zwei Tasthaare, welche an der Oberseite derselben stehen, sind besonders lang und kräftig entwickelt. Es ist nicht leicht, sich über die Bedeutung dieses Organes mit Bestimmtheit auszusprechen. Wäre es irgend ein besonderes Sinnesorgan, so wäre es natürlich von einem besonderen Nervenast innerviert, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass dieses der Fall ist; doch ist es mir, trotz mehrfachen Versuche nicht gelungen, einen solchen Nervenzweig zu finden. Dass ich jedoch das Organ näher beschrieben habe, hängt davon ab, dass es möglicherweise ein Homologon zu einem bei mehreren, wenn nicht allen Trombididen zwischen den Augen gelegenen Sinnesorgane von unbekannter Funktion sein kann. Das erwähnte Sinnesorgan, das von Henking [2]) bei *Trombidium*, von v. Schaub [3]) bei mehreren Hydrachniden beschrieben worden ist, ist bläschenförmig und von einem besonderen Nervenast innerviert; in der Körperhaut in unmittelbarer Nähe desselben sind zwei kräftigen Tastborsten eingelenkt. Vielleicht wird es in der Zukunft möglich, die Beziehungen zwischen den erwähnten Organen bei *Norneria* und bei den Trombididen genau festzustellen.

Bei *Norneria* fehlen, wie schon oben erwähnt wurde, die Augen. R. Canestrini und Berlese geben freilich an, dass *Norneria* ein Paar Augen habe; es ist mir aber ganz unmöglich gewesen, die Augen an den angegebenen Stellen des Rückens zu entdecken. Dagegen findet man genau an denselben Stellen ein Paar eigentümliche, ganz kleine, kugelförmige Chitinbildungen, welche durch ihre glänzende Farbe wohl mit Augen verwechselt werden können, aber mit diesen nichts zu thun haben. Diese Bildungen (Fig. 1, Kb) sind unter der

[1]) Henking, Anat. Trombidium, p. 578.

[2]) Henking, Anat. Trombidium, p. 575.

[3]) v. Schaub, Ueber die Anatomie von *Hydrodroma*. Sitzungsber. Kais. Akad. Wissensch. Wien. Math. Naturw. Klasse. Bd. 97, pag. 136.

Körperhaut, nahe den äussersten Hinterecken der grossen Speicheldrüsenmasse gelegen. Sie sind von unregelmässiger Kugelform, durch Querfurchen sind sie in vier Quadranten geteilt, und haben eine stark lichtbrechende, weissschimmernde Farbe. An Schnitten erscheint ihre Struktur porös, und zeigt eine gewisse Aehnlichkeit mit Chitin. Sonst ist es mir aber ganz unmöglich gewesen, über die Bedeutung dieser Bildungen irgend welche Auskunft zu bekommen. Gross und wichtig kann ihre Funktion kaum sein, dazu sind sie zu klein und stehen allzu isoliert da; sie dürfen aber erwähnt werden, erstens wegen ihrer Eigentümlichkeit, denn ich kenne aus der Litteratur kein Beispiel solcher Bildungen bei anderen Acariden, und zweitens darum, dass es zu vermuten ist, dass sie von den genannten beiden angesehenen Milbenforschern mit Augen verwechselt worden sind.

Muskulatur.

Dass ein so lebhaftes und schnellbewegliches Tier wie *Norneria* gut entwickelte Muskeln haben muss, ist selbstverständlich. Die Muskulatur des Tieres stimmt ziemlich mit derjenigen anderer leichtbeweglicher Acariden, z. B. der Trombididen überein. Gleich wie bei diesen ist bei *Norneria* die Hauptmasse der Muskulatur an der Ventralseite koncentriert, wo die breiten, einander kreuzenden Muskelbündel, welche die Bewegungen der Extremitäten besorgen, inserieren. Die Anordnungen dieser Muskelbündel, ebenso wie diejenige der Extremitäten selbst bieten keine besonders bemerkenswerte Gesichtspunkte dar. Ungefähr dieselbe Anordnung wie die Muskeln der Extremitäten zeigen die Muskeln der Palpen, die auch Bewegungen derselben Art wie die Extremitäten ausführen. Die Muskulatur der Mandibeln und des Mundkegels im allgemeinen ist schon besprochen worden; die Muskulatur der Genitalien wird im Zusammenhang mit diesen Organen geschildert werden. Es sind also die eigentlichen Körpermuskeln übrig, die eine Verengerung und Erweiterung der gesammten Körperhöhle im Dienste der Cirkulation, Verdauung und vielleicht auch der Geschlechtsvorrichtungen bewirken sollen. Es giebt bei *Norneria* in Uebereinstimmung mit dem Verhältnis bei mehreren anderen Acariden, zwei Paare solcher Muskeln, welche sich an den beiden Seiten des Körpers von dem Rücken bis zur Bauchseite des Tieres erstrecken, das eine Paar in der Nähe des Nervencentrums, das andere etwas hinter der Genitalöffnung.

Geschlechtsorgane.

Die Geschlechtsorgane zeigen bei *Norneria,* obwohl sie im Grossen und Ganzen nach dem gewöhnlichen Acaridentypus gestaltet sind, recht bedeutende Eigentümlichkeiten. Es ist mir leider nicht möglich, eine vollständige Beschreibung der männlichen Genitalien des Tieres zu geben, denn es ist mir unter den zahlreichen Exemplare des Tieres, die ich zu verschiedenen Jahreszeiten gesammelt habe, nur ein einziges Männchen in die Hände gefallen, und dieses noch dazu wahrscheinlich unreif; ich lasse darum lieber die ganze Beschreibung und Abbildung der männlichen Geschlechtsorgane aus, als dass ich unsichere Ergebnisse widergebe; ich hoffe in der Zukunft vielleicht meine Ergebnisse in dieser Hinsicht vervollständigen zu können. Es scheinen nach dem erwähnten Exemplare die Testes paarig, ziemlich massenförmig und an den Aussenseiten lappig zu sein; die Ausführungsgänge erscheinen paarig; die Genitalöffnung von einem komplizierten Muskelapparate umgeben.

Was den weiblichen Geschlechtsapparat anbetrifft (Fig. 6), so findet man bei *Norneria* ein einziges, aber unzweifelhaft ursprünglich von zwei verwachsenen, symmetrischen Hälften gebildetes, ringförmiges Ovarium. Es ist im Verhältnis zum entsprechenden Organ bei z. B. den Trombididen, ungewöhnlich concentriert, so dass es statt eines den Körperwänden anliegenden Ringes eine an der Ventralseite der Körperhöhle gelegene, zusammenhängende Scheibe darstellt, welche einen verhältnismässig sehr engen Raum einnimmt. Statt dessen ist aber die ganze Oberseite der Scheibe mit Keimepitel besetzt. Im hinteren Teil des Ovarialkreises nehmen die beiden muskulöswandigen Oviducte ihren Anfang. In der Ruhelage sind sie mehrmals gefaltet. Nach kurzem Verlauf nach hinten vereinigen sie sich; der so entstandene, gemeinsame Gang faltet sich noch einmal und mündet schliesslich in das sehr kompliziert gebaute Legerohr (Fig. 7) ein.

Das Legerohr ist nicht für *Norneria* eigentümlich, sondern kommt in derselben Form, wenigstens was das Aeussere betrifft, bei mehreren anderen Eupodiden vor, z. B. *Eupodes, Penthaleus.* Bei letzterwähnter Gattung ist das Organ schon von Berlese [1]) abgebildet worden. Das Legerohr der *Norneria* ist in der Ruhelage gänzlich im Körper verborgen und von den Genitalscheiben umschlossen. Diese sind stark chitinisiert, leistenförmig und mit zwei Paar napfförmigen Vertiefungen, ähnlich den „Genitalstigmen" bei den Hydrachniden besetzt. Zwischen den klaffenden Innenrändern der Chitinscheiben ragen ausser-

[1]) Berlese, Prostigmata, Tab. 28, Fig. 5.

dem einige gefiederte Borsten hervor. Die erwähnten Napfbildungen sind wahrscheinlich Drüsen: an Längsschnitten durch einen solchen Napf beobachtet man nämlich, dass er mit einer sackförmigen Bildung in Zusammenhang steht, die einen in der Längsrichtung stark gestreiften, sonst sehr feinkörnigen, sich stark tingierenden Inhalt besitzt. Dass diese Drüsen bei *Norneria* ebenso wie bei den Trombididen eine Rolle beim Geschlechtsleben spielen, muss wohl als unzweifelhaft gelten, welche diese aber ist, das ist zur Zeit noch unmöglich anzugeben.

Das Legerohr selbst ist fernrohrartig einziehbar. Wenn es ausgestreckt werden soll, wird das Innere des muskulösen Organes in drei Abtheilungen auseinander geschoben. In der innersten von diesen befindet sich dann der zu seiner völligen Länge ausgestreckte Ovidukt, dessen Mündung von den erwähnten gefiederten Borsten und von einigen warzenförmigen Gebilden umgeben ist. Die Muskelbündel, welche die Bewegungen des Organes besorgen, inserieren zum Teil an der Rückenseite des Tieres. In der Ruhelage zeigt das Legerohr seinem Bau gemäss mehrfache Faltungen, welche demselben ein besonders an Schnitten sehr verwickeltes Aussehen verleihen. Die Ansicht des Endteils eines vorgestülpten Legerohres ist in Fig. 7 widergeben.

Die Eier von *Norneria* stimmen in ihrer Form und Bildung so ziemlich mit denjenigen der Hydrachniden überein. Die jungen noch an dem Keimepitel festsitzenden Eier sind oval, mit grossem, deutlich hervortretendem Kern und reichlich angehäufter Dottermasse. Die reifen Eier dagegen sind von einer harten Chitinschale umgeben, die von parallelen, dicht an einander gedrängten Poren durchbrochen ist. Der Inhalt besteht aus einer grobkörnigen, in reicher Menge angehäuften Dottermasse, durch welche der Kernteil ganz verhüllt wird. Die Copulation der beiden Geschlechter habe ich nicht beobachtet, es ist aber unzweifelhaft, dass die Eier gleichwie bei den höheren Acariden im allgemeinen, innerlich befruchtet werden. In der Natur habe ich nie die Eier angetroffen, auch hat keines der von mir in Gefangenschaft gehaltenen Weibchen Eier abgelegt, so dass es mir unmöglich gewesen ist, die Entwickelungsgeschichte des Tieres zu verfolgen. Das erste Larvenstadium ist mir nicht bekannt, BERLESE behauptet aber, dass es sechsbeinig, im Uebrigen den Erwachsenen im äusseren Bau ähnlich ist, was mit dem Verhältnis bei den Eupodiden im allgemeinen in Einklang steht. Die Nymphen habe ich oft unter denselben Umständen wie die Prosopa gefunden. Sie stimmen mit diesen völlig überein, nur sind die Geschlechtsorgane unentwickelt.

Einige Beiträge zur Anatomie der Gattungen Linopodes und Penthaleus.

Es ist von Interesse, als Vergleichsmaterial mit den oben gewonnenen Ergebnissen der Anatomie von *Norneria* einige Punkte aus der Anatomie von verwandten Acariden, das heisst von der Familie der Eupodiden, zu betrachten. Als Beispiele dieser Art habe ich die Gattungen *Linopodes* Koch und *Penthaleus* Koch gewählt, und zwar die Arten *L. motatorius* (L) und *P. ovatus* Koch — welche Formen nicht nur häufig und also leicht zu sammeln sind, sondern auch in ihrem Bau bemerkenswerte Verschiedenheiten von *Norneria* zeigen. Es sind diese anatomischen Unterschiede, welche Gegenstand der Darstellung werden sollen, da die Absicht nicht ist, eine anatomische Monographie dieser Formen zu geben, sondern nur eine in Bezug auf *Norneria* vergleichende Darstellung. Es wird also in betreff der genaueren Charakteristik der Gattungen auf die Werke Canestrinis [1]) und Berleses [2]) hingewiesen.

Linopodes motatorius lebt in Moos und unter vermoderndem Holz wie *Norneria*, scheint aber etwas trockenere Lokale als diese vorzuziehen. Er ist weniger schnellbeweglich als *Norneria*, scheint aber ebenso wie diese ein Raubtier zu sein. Als entscheidender Gattungscharakter gelten die ungewöhnlich verlängerten Vorderextremitäten, die in Länge mehr als dreimal den Körper übertreffen, und ausschliesslich als Tastorgane benutzt werden, bei der Bewegung dagegen sogar hinderlich wirken. Der Körper ist von ovaler Form, von weicher, spärlich behaarter Haut bedeckt, mit sehr kleinem, scharf abgesetztem Pseudocapitulum (Fig. 8) von länglich conischer Form, mit zum grössten Teil chitinisierter Bedeckung. Eigentümlich ist, dass das ganze Pseudocapitulum beweglich ist: es giebt nämlich ein Paar kräftiger Muskelbündel (Fig. 8, Mps), die einerseits an der Rückenbedeckung des Tieres inserieren und andererseits an den Seiten des Pseudocapitulums sich befestigen, und also ohne Zweifel die Beweglichkeit des ganzen Scheinköpfchens bewirken. Ein schmales Gelenk zwischen diesem und dem Körper ermöglicht die erwähnten Bewegungen, welche natürlich die Leistungsfähigkeit der Mundteile in hohem Grade vergrössern. An den Seiten des Pseudocapitulums sind die Palpen eingelenkt: schlanke, fünfgliedrige Tastorgane, deren Form und Behaarung wenig von derjenigen der *Norneria* abweicht. Die Unterlippe ist conisch, oben weichhäutig, sonst chitinisiert, und gemäss der allgemeinen Form der Mundteile lang ausgezogen. Der innere Bau derselben, die Organisation des Oesophagal-saugapparates und

[1]) Canestrini, Acari, II, pag. 225.
[2]) Berlese, Prostigmata, Tab. 29.

seiner Muskulatur stimmt ziemlich mit den entsprechenden Teilen der *Norneria* überein. Die Grundglieder der Mandibeln, welche wie bei *Norneria* frei an der Oberseite der Unterlippe ruhen, sind schmal, schwach nach unten gekrümmt und endigen mit einem ganz kleinen Krallenglied. Dieses bildet jedoch nicht wie bei *Norneria* eine wirkliche Scheere, denn die Endspitze des Hauptgliedes scheint schwach und hautartig zu sein, etwa wie bei einigen Hydrachniden. Es ist also wahrscheinlich, dass die Mandibeln nicht wie bei *Norneria* scheerenartig, sondern, wie bei den Trombididen, klauenartig wirken. Ihre Muskulatur ist nach demselben Prinzip wie bei den letzterwähnten Acariden gebaut und unterscheidet sich von denselben nicht mehr als die verschiedene Form der Mandibeln bedingt. Der Lebermagen ist bei *Linopodes* nach demselben Prinzip wie bei *Norneria* gebaut, das Excretionsorgan ist T-förmig, weiss durchschimmernd, die Analöffnung ist nicht endständig, sondern etwas bauchwärts gezogen und der Genitalöffnung genähert. Diese ist spaltförmig und von Chitinleisten umgeben. In betreff der inneren Genitalien habe ich zu der oben gegebenen Beschreibung nichts wesentliches hinzuzufügen, ebenso in betreff der Tasthaare, des Nervencentrums und der Körpermuskulatur.

Weit mehr als *Linopodes* unterscheidet sich die Gattung *Penthaleus* von dem *Norneria*-Typus. Schon die äussere Erscheinung ist eine ganz verschiedene: der kurz eiförmige Körper, die kurzen Extremitäten, die tiefschwarze Farbe, die langsamen Bewegungen geben einen ganz anderen Eindruck. Die Gattung *Penthaleus* scheint auch zusammen mit zwei anderen Gattungen eine gewissermassen abgesonderte Stellung unter den Eupodiden einzunehmen. Der Körper von *Penthaleus ovatus* ist von einem einheitlichen, ziemlich dicken, porösen Panzer umgeben. Nur an der Rückenseite findet man eine tiefe, dreieckige Einsenkung, die von einem besonderen, mit dem allgemeinen Panzer durch weiche Haut verbundenen Schildchen bedeckt ist. Die Extremitäten sind ebenfalls gepanzert, ebenso das Pseudocapitulum, das gegen den Körper beweglich eingelenkt ist. Die Mundteile (Fig. 9) erinnern äusserlich an diejenigen der *Linopodes:* ausgezogene Unterlippe, schlanke, fünfgliedrige Palpen und schmale, nach unten gekrümmte Mandibeln. Die längliche, rinnenförmige Unterlippe stimmt in betreff ihres inneren Baues ziemlich mit den oben geschilderten Formen überein. Die Palpen sind sehr schlank und zierlich, besonders die beiden letzten Glieder, und mit gefiederten Tastborsten besetzt. Die Grundglieder der Mandibeln sind, wie erwähnt, länglich, schwach nach unten gekrümmt und mit einem Muskelbündel zur Bewegung des Klauengliedes versehen. Dieses ist klein und schwach und besitzt an der Unter- und an der Oberseite je einen zahnartigen Vorsprung, was der Klaue ein eigentüm-

liches Aussehen giebt. Noch eigentümlicher ist die Spitze des Grundgliedes gestaltet: sie ist blattförmig und endigt in einer gabelförmigen Spitze. Da die Lebensweise und Nahrung des Tieres so gut wie unbekannt sind, lässt sich die erwähnte, höchst eigentümliche Bildung (cfr. Berlese, Prostigmata, Tab. 29, Fig. 5) nicht genügend erklären. Eine besonders kräftige Waffe kann sie jedenfalls nicht sein. Bemerkenswert ist, dass die Mandibeln und die Unterlippe bis zu ihrer Spitze von einem gewölbeartigen Chitinvorsprung bedeckt sind, welcher als ein direkter Fortsatz der allgemeinen Körperhaut über den erwähnten Organen hervorragt; also eine bemerkenswerte Uebereinstimmung mit dem Verhältnisse bei einigen anderen Acaridenfamilien.

Was die übrige Anatomie von *Penthaleus* anbetrifft, so ist sie wegen der unbedeutenden Grösse und der grossen Härte des Untersuchungsobjektes nicht leicht in ihren feineren Einzelheiten zu verfolgen; in ihren grösseren Zügen scheint sie mit derjenigen der obengeschilderten Eupodiden übereinzustimmen.

Zusammenfassung.

Fassen wir nun die anatomischen Resultate unserer Untersuchung über *Norneria* zusammen, so haben wir vor allem zu bemerken, dass *Norneria* in recht auffallender Weise Charaktere primitiver Art mit solchen, die eine fortgeschrittenere Stufe bezeichnen, vereinigt. Vergleicht man sie mit irgend einen Acaridenform von ausgeprägt niederer Stufe, z. B. einem Repräsentanten der Tyroglyphiden, so zeigt sich die höhere Entwickelungsstufe der *Norneria* ohne weiteres. Es sind vor allen Dingen die Verdauungsorgane, welche eine weiter fortgeschrittene Entwickelung andeuten: die Abwesenheit eines Rectums, die bedeutende Entwickelung des Excretionsorganes, die Vergrösserung der Innenfläche des Magens durch vorspringende Zotten; es sind das alles Charaktere, die aufs deutlichste die Anatomie der *Norneria* von derjenigen primitiverer Acaridenformen unterscheiden. Ferner sind in derselben Hinsicht zu bemerken, die bedeutende Entwickelung und der komplizierte Bau der Munddrüsen, die kräftige Entwickelung der Mundanhänge und der Extremitäten und im Zusammenhang damit die kräftige Muskulatur und grosse Beweglichkeit des ganzen Tieres. Vor allen Dingen ist es jedoch natürlich die hohe Entwickelung des Trachéensystemes, welche der Gattung *Norneria* den Platz unter den höheren Acariden sichert. Welche der beiden Ansichten von dem Entwickelungsgang innerhalb der ganzen Acaridengruppe man auch annehmen will: diejenige von einer continuierlichen Entwickelung von den tiefer stehen-

den Formen zu den höheren, oder diejenige von der Ursprünglichkeit der höheren Formen und der Entstehung der tiefer stehenden durch Degeneration — die Gattung *Norneria* — sowie auch die übrigen Eupodiden — müssen entschieden zu den höheren Acariden gerechnet werden.

Vergleichen wir aber *Norneria* mit den höheren Acariden, und zwar mit ihren nächsten Verwandten, den Prostigmaten, so kommen wir zu ganz anderen Resultaten. Es sind hier besonders die Mundteile, die durch ihre bei den verschiedenen höheren Acaridentypen wechselnde Organisation in Betracht kommen, weniger dagegen der Bau des Verdauungskanales, der Genitalien, der Haut und der Sinnesorgane.

Vergleichen wir also zuerst die Mundteile von *Norneria* mit denjenigen anderer Prostigmaten, z. B. der Bdelliden, nach MICHAELS Darstellung, vor allen Dingen aber mit denselben Organen bei den Trombididen, die ohne Vergleich die höchste Entwickelungsstufe der Prostigmaten und eine der höchsten unter den Acariden im allgemeinen repräsentieren, so bemerken wir zuerst mehrere für sämmtliche erwähnte Formen gemeinsame Charaktere: Die allgemeine Form der Unterlippe und des von dieser eingeschlossenen Pharynxapparates; ferner die Tasterform der Palpen, welche jedoch schon Modificationen unterworfen ist, indem die Spitzen der Palpen bei einigen Trombididen scheerenförmig, bei anderen klauenförmig umgebildet sind, wobei die Palpen der *Norneria* unzweifelhaft die ursprünglichere Form zeigen. Noch auffallender ist aber die Formverschiedenheit der Mandibeln. In dieser Hinsicht repräsentiert *Norneria* unzweifelhaft eine sehr ursprüngliche Entwickelungsstufe. Ihre Mandibeln besitzen die reine Scheerenform, welche nicht nur bei den atracheaten Acariden die gewöhnliche ist, sondern auch bei solchen höher stehenden Familien wie Oribatiden und Gamasiden vorherrscht, eine Scheerenform, die den Complicationen in Form von Zähnen und Vorsprüngen allerlei Art, die bei den erwähnten Familien allgemein vorkommt, entbehrt. Und dass die bei verschiedenen Prostigmatengruppen vorkommenden Mandibularformen — nicht nur die zweigliedrige Klauenform von *Trombidium* und *Actineda*, sondern auch die eingliedrige Nadelform von *Rhyncholophus* und *Cheyletus* — sich von der Scheerenform der *Norneria* herleiten lassen, scheint aus folgenden Gründen annehmlich. Erstens giebt es, und zwar am deutlichsten unter den Verwandten der *Norneria*, den Eupodiden, Zwischenformen zwischen der reinen Scheerenform und der reinen Klauenform, und zwar so, dass entweder der Scheerentypus überwiegt, indem die Spitze des Grundgliedes verkümmert oder hautartig entwickelt ist, z. B. *Linopodes*, oder der Krallentypus der vorherrschende wird, dadurch, dass die Spitze des Grundgliedes zu einem gänzlich häutigen

und also als Greiforgan wirkungslosen Anhang umgewandelt ist: z. B. *Notophallus* [1]). Zweitens findet man bei mehreren dem reinen Klauentypus zugehörigen Mandibelformen einen schwachen Vorsprung des Grundgliedes als Andeutung des einen Scheerenschenkels. Aus dem erwähnten geht also auch der Weg hervor, auf welchem der ursprüngliche Scheerentypus in den abgeleiteten Klauentypus übergegangen ist: nämlich durch successive Verkleinerung und Verschwächerung der chitinigen Spitze des Grundgliedes, welche den oberen Scheerenschenkel bei der Mandibel des *Norneria*-typus bildet. Durch verschmelzung des Grundgliedes mit dem Klauengliede ist dann die noch abgeleitetere Nadelform der *Rynchol*ophus-mandibel entstanden.

Aber in noch zwei Hinsichten bieten die Mandibeln der *Norneria* interessante Gesichtspunkte dar: erstens in betreff ihrer Lage und zweitens in ihrem Verhältnis zu den Respirationsorganen. In Uebereinstimmung mit dem, was Michael für *Bdella* bemerkt hat, ruhen bei *Norneria* die Mandibeln ganz frei an der Dorsalseite des Unterlippenrohres, wogegen sie bei den Trombididen und mehreren anderen Prostigmatenformen von einem die Unterlippe ebenso wie die Mandibeln einschliessenden Hautcylinder umgeben sind, wenn sie nicht gänzlich in das Pseudocapitulum einziehbar sind. Auch in dieser Hinsicht ist die Anordnung bei *Norneria* unbedingt am primitivsten, denn die freie Lage der Mandibeln ist ja nicht nur bei den tiefer stehenden Acariden, sonder auch bei den Acariden im allgemeinen, vorherrschend. Ueber die mutmassliche Entstehungsweise der erwähnten, komplizierteren Anordnung der Mandibeln z. B. der Trombididen, giebt wieder eine Eupodidenform einige Auskunft. Es ist schon hervorgehoben worden, wie bei *Penthaleus* die Mandibeln nebst der Unterlippe von einem überragenden Chitinschilde von oben bedeckt sind, welches freilich die Mundteile nur unvollständig bedeckt und sich wahrscheinlich aus einer Faltung der Körperhaut entwickelt hat. Eine Weiterentwickelung dieser Bildung würde dann ungezwungen zu dem den Rüssel und die Mandibeln einschliessenden Hautrohre führen. Eine noch weiter fortgeschrittene Entwickelung in derselben Richtung wäre dann die vollständige Einziehbarkeit der Mundteile in den Körper, wie sie z. B. bei *Smaris* vorkommt.

Auch im Verhältnis zwischen Mandibeln und Respirationsorganen zeigt *Norneria* ausgeprägt primitive Charaktere. Bei ihr sind die Mundteile und die Hauptstämme der Trachéen ganz unabhängig von einander, was das ursprüngliche Verhältnis ist und sich nicht nur bei den atracheaten Acariden, sondern auch bei den Oribatiden und Gamasiden, bei welchen die Trachéen

[1]) Berlese, Prostigmata, Tab. 33.

ganz verschiedenartige Ausmündungsorte haben, notwendig wiederholt. Dem gegenüber steht das bei den Trombididen zu beobachtende innige Verhältnis zwischen dem Bewegungsmechanismus der Mandibeln und den Ausmündungsstämmen der Trachéen: letztere sind stark chitinisiert und bilden nicht nur die Insertionspunkte der Mandibularmuskeln, sondern auch die Stützpunkte, um welche die Mandibeln sich hebelartig drehen. Die Beurteilung der mutmasslichen Entstehungsweise dieser höchst eigentümlichen Vorrichtung gehört jedoch nicht zu diesem Aufsatze.

Zeigt also *Norneria* in betreff ihrer Mundteile ausgeprägt primitive Verhältnisse, so bietet dagegen der Bau einiger anderer von ihren Organen Beispiele einer in ihrer Art originellen Entwickelung dar. Beispiele dieser Art sind der Lebermagen mit seinen äusserlich wenig, aber innerlich stark entfalteten Fläche, die zu einer einheitlichen Masse verschmolzenen, ursprünglich paarigen Munddrüsen, vor allem aber der Bau der weiblichen Genitalien: das concentrierte Ovarium und das Legerohr mit seiner komplizierten Muskulatur; ein Organ, für welches sich bei den höchsten Prostigmaten nichts entsprechendes findet.

Es scheint uns also aus den oben geschilderten Verhältnissen hervorzugehen, dass die Gattung *Norneria*, obwohl in einigen Beziehungen primitiv organisiert, in anderen dagegen eine hohe und originelle Entwickelung erreicht hat, und dabei gewissermassen ein Zwischenglied zwischen den tiefer stehenden Acariden und den höheren Prostigmaten bildet.

Erklärung der Figuren.

Erklärung der Bezeichnungen.

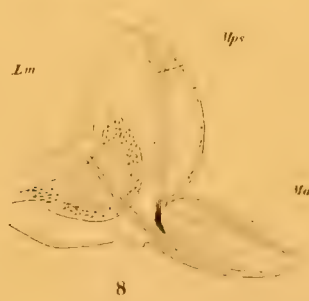
A = Anus.
Cph = Contractor pharyngis.
Exc = Excretionsorgan.
Hf = Hautfalte (bei Penthaleus).
K = Knopfförmiger Anhang.
Kb = Kugelartige Gebilde.
Lb = Unterlippe (Labium).
Lm = Lebermagen.
Lph = Levator pharyngis.
Md = Mandibel.
Mps = Musculi pseudocapituli (bei Linopodes).
Nc = Nervencentrum.
Oe = Oesophagus.
Ov = Ovarium.
Ovd = Oviduct.
Sdr = Speicheldüse.
Tr = Trachée.

Fig. 1. Norneria gigas. Sagittalschnitt des ganzen Tieres (schematisch).
Fig. 2. Rückenansicht des Magens und Excretionsorganes.
Fig. 3. Sagittalschnitt durch den Vorderteil des Körpers.
Fig. 4. Querschnitt durch die Unterlippe.
Fig. 5. Horizontalschnitt durch Magen und Excretionsorgan.
Fig. 6. Weibliche Genitalien. Nach einen Sagittalschnitt.
Fig. 7. Legerohr.
Fig. 8. Linopodes motatorius. Sagittalschnitt durch das Vorderende des Körpers.
Fig. 9. Penthaleus ovatus. Sagittalschnitt durch das Vorderende des Körpers.

Sämmtliche Figuren sind nach Schnittpräparaten mit Hülfe eines Nachet'schen Zeichenapparates gezeichnet, ausgenommen Figg. 2 & 7, die nach frischen Zerzupfungspräparaten gezeichnet sind.

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung . . . . . 1.
Aeussere Form und Vorkommen . . . . . 2.
Integument . . . . . 5.
Mundteile . . . . . 6.
Verdauungsorgane und Verdauungsdrüsen . . . . . 8.
Atmungsorgane . . . . . 11.
Nervensystem und Sinnesorgane . . . . . 12.
Muskulatur . . . . . 14.
Geschlechtsorgane . . . . . 15.
Einige Beiträge zur Anatomie der Gattungen Penthaleus und Linopodes . . . . . 17.
Zusammenfassung . . . . . 19.
Erklärung der Figuren . . . . . 23.



AUCTOR DEL
G. ARVIDSSON LITH

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ.
TOM. XXVI. № 7.

UEBER

$\beta.\beta$ DIMETHYLGLUTARSÄURE

VON

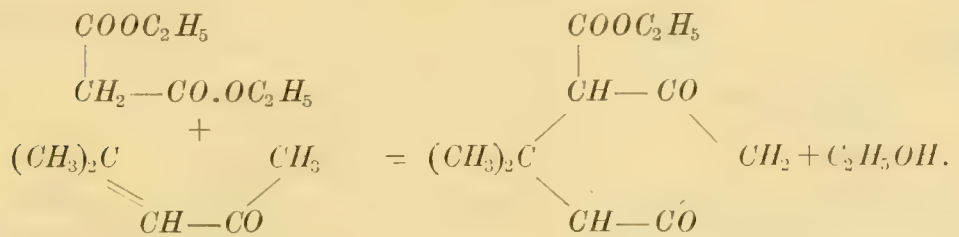
GUST. KOMPPA.

Mit Versuchen beschäftigt um die Camphersäure oder die damit in naher Beziehung stehenden Körper synthetisch darzustellen[1]) interessirte es mich die $\beta.\beta$-Dimethylglutarsäure in grösseren Mengen zu erhalten.

Anfangs versuchte ich — wie auch Auwers[2]) — mein Ziel durch die Einwirkung von Chloracetol auf Natriummalonsäureester oder Aceton auf Malonsäureester durch verschiedene Mittel zu erreichen. Da aber diese Methoden die erwünschten Resultate nicht lieferten, so versuchte ich Natriummalonsäureester auf Dimethylacrylsäureester einwirken zu lassen, über welche Reaction Auwers (loc. cit.) und Perkin jun.[3]) schon publicirt haben, da aber auch diese Methode schlechte Ausbeute giebt und dazu noch ziemlich umständlich ist, habe ich mich immer weiter bemüht um mein Ziel zu erreichen.

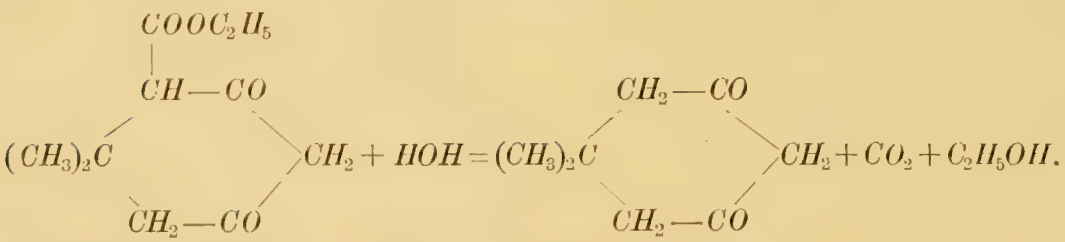
Das ist mir nun auch auf folgendem Wege gelungen:

Durch Einwirkung von Natriummalonsäureester auf Mesityloxyd in alkoholischer Lösung, wurde erst das von Vorländer[4]) dargestellte Dimethylhydroresorcylsäureester erhalten:

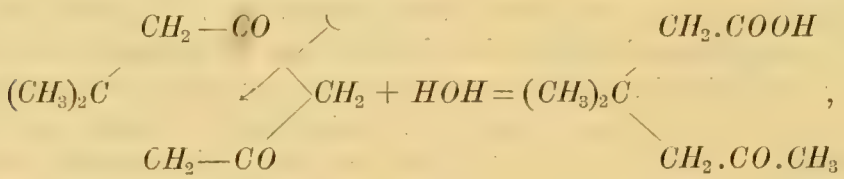


[1]) Gust. Komppa. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 29,1613.
[2]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 28,1130.
[3]) Journ. of chem. Society. (1896). 69,1474.
[4]) Annal. d. Chemie 294.300.

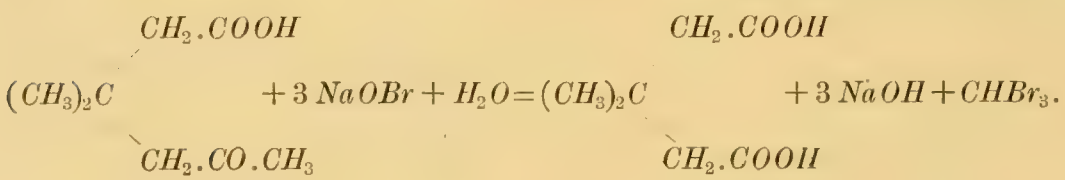
Und dieser durch Kochen mit Bariumhydrat in *Dimethylhydroresorcin* übergeführt:



Das letztgenannte lässt sich aber nun nicht so leicht zu der entsprechende *Ketosäure* spalten:



wie ich Anfangs gedacht hatte. Aus dieser letztgenannten sollte dann, durch Oxydation mit Natriumhypobromit, die gewünschte Glutarsäure erhalten werden:



Durch Kochen mit Kaliumhydrat, Bariumhydroxyd, Soda oder verdünnter Schwefelsäure ist es mir nämlich nicht gelungen, das erwähnte Hydroresorcin in die entsprechende Ketosäure einigermassen glatt überzuführen.

Ich habe daher versucht, ob est nich möglich wäre, das Dimethylhydroresorcin direct, nach kurzem Kochen in alkalischer Lösung, mit Natriumhypobromit in Dimethylglutarsäure zu Oxydiren. Und diess ist nun wirklich der Fall. Die Ausbeute dabei ist beinahe quantitativ.

Bei der

Darstellung des Dimethylhydroresorcins

verfuhr ich abweichend von VORLÄNDER[1]), auf folgende Weise:

8 g. Natrium wurden in 88 g. absol. Alkohol gelöst. Die abgekühlte Lösung wurde unter Umschütteln erst mit 56 g. Malonsäureester und gleich darauf mit 30 g. Mesityloxyd versetzt und die Mischung auf dem Wasserbade beim Rückfluss etwa 45 Minuten gekocht. Dabei scheidet sich das Natriumsalz des Dimethylhydroresorcylsäureesters ab.

Darnach wurde die, noch warme Reactionsmischung, in eine gleichfalls heisse Lösung von 300 g. Bariumhydrat und 2,400 cc. Wasser gegossen und damit circa 20 Stunden gekocht. Das Kochgefäss muss gross gewählt werden, da die Masse beim Sieden ziemlich stark aufschwillt; übrigens geht dasselbe aber sehr ruhig vor sich. Darauf wurde die Mischung mit Salzsäure bis zur schwach sauren Reaction versetzt; wobei Kohlendioxyd entweicht und Alles in Lösung geht. Die letztgenannte wird, falls nöthig, filtrirt und über freier Flamme etwas eingedampft. Sie wird mit konc. Salzsäure in grossem Ueberschuss versetzt und noch einige Minuten gekocht. Beim Erkalten scheidet sich das gebildete Dimethylhydroresorcin in gelblichen, langen und dicken Nadeln ab, die zur weiteren Bearbeitung genug rein sind. Die Ausbeute beträgt etwa 30 g. Die Mutterlauge enthält gewöhnlich davon nur sehr wenig; welche kleine Menge durch weiteres Eindampfen oder durch Extraction mit Aether in unreinerem Zustande zu erhalten ist.

Durch Umkrystallisiren aus heissem Benzol erhält man es ganz rein und es besitzt dann einen Schmelzpunkt von 144—145,°5; durch weitere Umkrystallisation steigt er nicht mehr. VORLÄNDER (loc. cit.) giebt den Flüssigungspunkt „gegen 150°“ an.

Die Analyse gab folgende Werthe:

0,1602 g Substanz gaben: 0,3982 g CO_2 und 0,1205 g H_2O.

Berechnet für $C_8H_{12}O_2$:		Gefunden:
C	68,56 p Ct	68,35 p Ct
H	8,57 „	8,35 „

[1]) Annal. d. Chem. 294.300 und 314.

Das der Körper wirklich Dimethylhydrorecorcin war, wurde auch durch sein karakteristisches Formaldehyd-Condensationsproduct[1]) von Fp. 189° gezeigt.

Oxydation des Dimethylhydroresorcins mit Natriumhypobromit.

21 g. Hydroresorcin werden in 150 cc. Wasser und 13,5 g. Kaliumhydroxyd gelöst und die Lösung etwa 5 Minuten gekocht. Nach dem Erkalten wird dieselbe in eine auf folgende Weise zubereitete Lösung von Natriumhypobromit allmählich zugefügt: 84 g. Brom werden mit 2 Liter Wasser übergegossen und zu der mit Schnee abgekühlten Mischung allmählich, unter gutem Umschütteln so lange Natronlauge zugefügt bis das Brom in Lösung gegangen und die Farbe desselben verschwunden ist.

Beim Mischen dieser Lösungen scheidet sich sofort Tri- und Tetrabrommethan ab. Man lässt nun so lange Stehen bis eine Probe davon mit Salzsäure versetzt keine Fällung mehr giebt (etwa eine Stunde), fügt dann Natriumsulfit in Ueberschuss hinzu, filtrirt und macht mit Salzsäure stark sauer. Die Lösung wird dann bis zur Hälfte ihres Volums über freier Flamme eingedampft und nach dem Erkalten mit Aether extrahirt. Sobald das Lösungsmittel Abdestillirt ist, erhält man einen weissen, krystallinischen Rückstand, der sich — wenn die Oxydation gut gelungen ist — klar im Wasser löst. Oft aber, wenn das Natriumhypobromit nicht genug lange Zeit eingewirkt hat, bleibt ein in kaltem Wasser unlöslicher Rückstand, der aus *Bromdimethylhydroresorcin* besteht, wie weiter unten gezeigt wird. Die filtrirte Wasserlösung wird dann zur Krystallisation eingedampft und mit koncentrirter Salzsäure — wo die organische Säure schwerer löslich ist als im Wasser — versetzt. Nach dem Erkalten krystallisirt daraus die *β.β-Dimethylglutarsäure* in schönen, grossen und oft gut ausgebildeten Prismen.

Die Ausbeute ist hierbei beinahe quantitativ.

Für die Analyse wird die so erhaltene Dimethylglutarsäure einmal aus Benzol umkrystallisirt und ist dann ganz rein. Sie besitzt den Schmelzpunkt 100—101° und bildet (aus Benzol) schöne flache Nadeln.

Bei der Analyse wurden Werthe erhalten, die gut mit der erwarteten Formel übereinstimmen:

I. 0,1276 g Substanz gaben: 0,2448 g CO_2 und 0,0850 g H_2O.
II. 0,1674 g „ „ 0,1120 g „

[1]) VORLÄNDER loc. cit. pag. 316.

Berechnet für $C_7H_{12}O_4$:		Gefunden: I.	II.
C	52,50 p Ct	52,31	— p Ct
H	7,50 „	7,40	7,41 „

Zur weiteren Charakterisirung habe ich noch auf gewöhnliche Weise das *Silbersalz* der erhaltenen Säure dargestellt und dessen Silbergehalt bestimmt:

0,2699 g Salz gaben dabei 0,1559 g Ag.

Berechnet für $C_7H_{10}O_4Ag_2$:		Gefunden:
Ag	57,76 p Ct.	57,76 p Ct.

Mit Acetylchlorid gekocht gab die Säure das schon von Auwers (loc. cit.) dargestellte *Anhydrid* von Schmelzpunkt 124°.

Dimethylester, $(CH_3)_2C\begin{matrix}CH_2.COOCH_3\\CH_2.COOCH_3\end{matrix}$,

welcher bis jetzt noch nicht bekannt war, habe ich mit sehr guter Ausbeute durch Sättigung einer methylalkoholischer Lösung der Säure (auf 1 Theil Säure 4 Theile Alkohol) mit Chlorwasserstoff und weitere Bearbeitung auf gewöhnliche Weise erhalten.

Er bildet eine farblose, stark lichtbrechende Flüssigkeit, von schwachem Geruch, die unter einem Druck von 15 mm. bei 103—104° (i. D.) siedet.

Das spec. Gewicht ist: $D_{20}^{20} = 1{,}0385$.

Bei der Analyse gaben:

0,1483 Subst. 0,3101 CO_2 und 0,1137 H_2O.

Berechnet für $C_9H_{16}O_4$:		Gefunden:
C	57,45 p Ct	57,09 p Ct.
H	8,51 „	8,50 „

Der *Aethylester* $(CH_3)_2C\begin{<}CH_2.COOC_2H_5\\CH_2.COOC_2H_5\end{>}$,

auch von PERKIN JUN. (loc. cit.) dargestellt, siedete unter einem Druck von 15 mm. bei 127—128° (i. D.), bei gewöhnlichen Druck zwischen 238—240° und besass ein spec. Gewicht: $D_{20}^{20} = 0{,}9929$.

Bromdimethylhydrorersorcin, $(CH_3)_2C\begin{<}CH_2.CO\\CH_2.CO\end{>}CHBr$.

Lässt man bei der Oxydation des Dimethylhydroresorcins mit Natriumhypobromit die Oxydationsmischung nur eine kürzere Zeit stehen (siehe oben), so bekommt man daraus beim Versetzen mit Salzsäure einen in kaltem Wasser, unlöslichen Körper, der aus kochendem Wasser oder Benzol in schönen, glänzenden, weissen Blättchen krystallisirt.

Die neue Substanz ist bromhaltig und schmilzt in einem Capillare bei 173—174°, sintert zusammen aber schon ein wenig früher. Dass sie die obenangegebene Constitution besitzt, beweisen die Analysen und der Umstand, dass sie bei weiterer Behandlung mit Natriumhypobromit glatt in β.β-Dimethylglutarsäure übergeht, wie besondere zu diesem Zwecke ausgeführte Versuche zeigten.

Bei den Analysen gaben:

0,1212 g. Substanz: 0,1043 g. $AgBr$
0,1270 g. „ 0,2050 CO_2 und 0,0622 H_2O.

Berechnet für $C_8H_{12}O_2Br$:		Gefunden:	
C	43,83 p Ct	44,01	p Ct.
H	5,02 „	5,36	„
Br	36,53 „	36,62	„

Bei Ausführen der praktischen Arbeiten bin ich theilweise von Herrn Chemiker Gunnar Stenberg unterstützt worden.

Durch Einwirkung von Natriumäthylat auf einem Gewisch von Oxalsäureester und Dimethylglutarsäure-methylester habe ich schon vor einem Jahre einen krystallinischen Ester (Fp. 98—99°) erhalten, dessen genauere Untersuchung, im Folge der schlechten Ausbeute und anderer Umstände, noch nicht abgeschlossen ist.

Bei der Trockendestillation der β.β-Dimethylglutarsäure mit Calciumhydrat habe ich, in verhältnissmässig guter Ausbeute, ein flüssiges Keton (Kp. c:a 215—220°) erhalten, dessen Semicarbazon (Fp. 195—197°) und Oxim schon dargestellt und analysirt sind.

Ueber diese interessante Producte hoffe ich im Bälde dem „Vetenskaps-Societeten“ näher mittheilen zu können.

Helsingfors im März 1899.

Laboratorium des Polytechnikums.

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ.
TOM. XXVI. № 8.

ÜBER

DIE BESTRAHLUNG DER MAGNETE

VON

G. MELANDER.

Die Frage, ob das Licht einen Einfluss auf Magnete ausüben kann, ist schon im Anfang dieses Jahrhunderts behandelt worden. Morichini [1]), Mrs Sommerville [2]) u. a. glaubten beweisen zu können, dass besonders die ultravioletten Strahlen eine magnetisirende Wirkung ausüben.

Riess und Moser [3]) sind dagegen durch genaue Schwingungsbeobachtungen zu der Folgerung gekommen, dass das Licht keinen Einfluss auf Magnete hat. Zur Zeit da Riess und Moser ihre Versuche machten, war das Gesetz von der Erhaltung der Energie noch nicht gefunden, und der Zusammenhang zwischen verschiedenen Energieformen war damals keine axiomatische Wahrheit der Physik. Zu dieser Zeit war es vielleicht natürlicher verschiedene von einander unabhängige Naturkräfte anzunehmen, ganz analog der jetzigen Lehre der Chemie von verschiedenen Grundstoffen. Das negative Resultat dieser Forscher, war also sehr befriedigend. Später hat jedoch die Lehre von der Erhaltung der Energie die Ansichten auf dem Gebiete der Physik verändert. Es schien mir darum nicht unbefugt diese Frage nochmals einer Untersuchung zu unterwerfen.

Die grösste Schwierigkeit, die man hier zu überwinden hat, ist der kleine Energiewerth unserer gewöhnlichen Lichtquellen. Der Apparat muss darum auch für die kleinsten Veränderungen des magnetischen Momentes so empfindlich wie möglich gemacht werden.

---

[1]) Gilb. Ann. *43*, p. 212, 1813.
[2]) Ann. de Chim. et de Phys. *31*, p. 393, 1826.
[3]) Pogg. Ann. *16*, p. 563. 1829.

Erste Versuche. Im Februar 1898 begann ich diese Untersuchung in dem Laboratorium für physikalische Vorbildung der Mediciner der Universität zu Helsingfors [1]).

Diese ersten Versuche umfassten:

1:o Die Bestimmung der Tragkraft eines grösseren Stahlmagnetes von LEJEUNNE & DUCRETET in Paris ($20 \times 2 \times 0.75$ cm^3) in Sonnenschein und im Dunkeln.

2:o Die Bestimmung der Schwingungsdauer dieses Magnetes bei bifilarer Aufhängung abwechselnd im Sonnenschein und im Dunkeln.

3:o Die Bestimmung der Schwingungsdauer des astatischen Doppelmagnetes eines Galvanometers von ERNECKE, in welchem die ursprünglichen Magnetnadeln, um das System leichter zu machen, schon vorher von Herrn Prof. SUNDELL durch zwei magnetisirte Uhrfederstückchen ersetzt worden waren. Diese Versuche sind auch abwechselnd am Tage und am Abend im Dunkeln ausgeführt worden.

Diese Untersuchungen ergaben theilweise sehr widersprechende Resultate. Die grösste Schwierigkeit hierbei war der vollständige Mangel jeder festen Unterlage. Weil das obenerwähnte Laboratorium in einem Privathause sich befindet, pflanzen sich nämlich die Erschütterungen durch das ganze Haus fort. Ich entschloss mich daher, diese Untersuchung wo möglich in einem gut eingerichteten Laboratorium im Auslande auszuführen. Auf meine in Bezug hierauf gemachte Anfrage versprach Herr Professor Dr. F. W. WEBER in Zürich einen Arbeitsplatz und die nöthigen Apparate mir zur Verfügung zu stellen. Ich benutze diese Gelegenheit, um ihm sowohl für diese grosse Gefälligkeit, wie auch für manchen guten Rath im Laufe der Untersuchung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Folgende Untersuchung ist also in dem physikalischen Laboratorium des Eidgenössichen Polytechnikums in Zürich Saal 11 b, ausgeführt. Die in diesem Saale stehenden Steinsäulen sind erschütterungsfrei auf dem Boden basiert.

Versuche bei atmosphärischen Drucke. Der zu diesen Versuchen angewandte Apparat ist Fig. 1 schematisch in horizontaler Projection dargestellt.

A ist ein Kartonkasten (12 cm)^3, dessen Horizontalquerschnitt in der Figur sichtbar ist. Dieser Kasten hat zwei Fenster: Q von Quarz

[1]) Während ich mich mit meinen ersten Versuchen beschäftigte, erschien die Abhandlung von E. WIEDEMANN und WEHNELT „Ueber Herstellung von Lichtknoten in Kathodenstrahlenbündeln unter dem Einflusse eines Magnetfeldes" (Wied. Ann. *64* p. 606. 1898). Diese Abhandlung regte mich um so mehr an, als ich mit dem Studium der Lichtknoten in Geisslerschen Röhren schon 1886 mich beschäftige.

(fast 3 cm breit) und *G* von planparallelem Glase. *H* ist eine Schub-

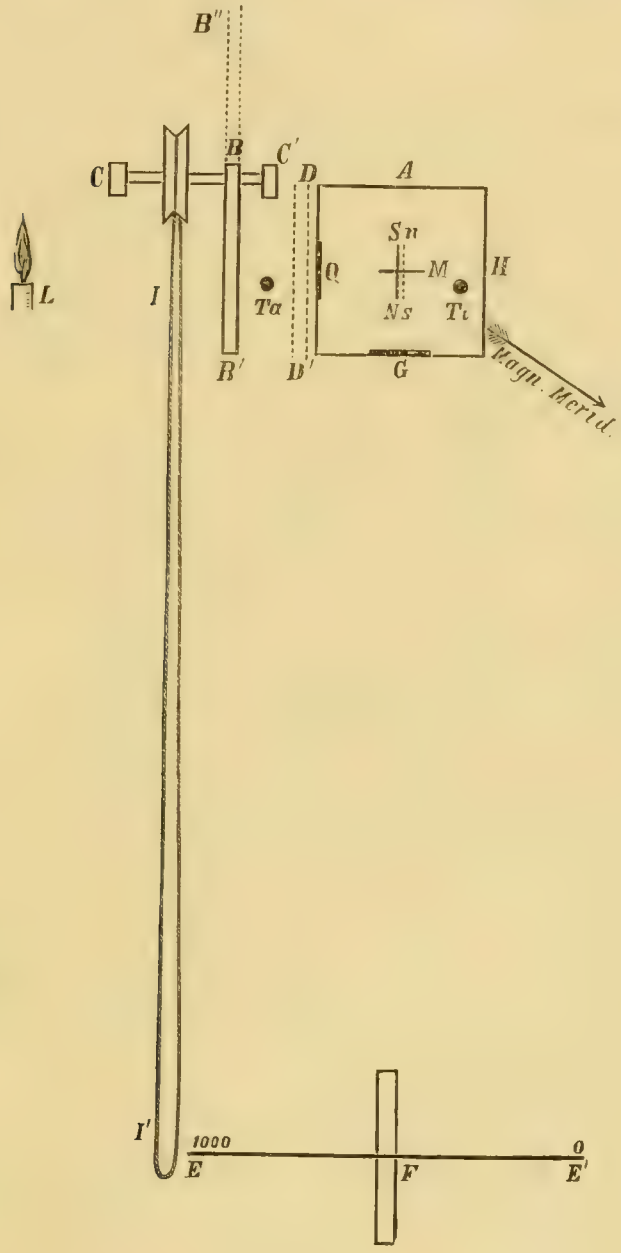


Fig. 1.

thür und an dem Dache des Kastens (*A*) ist ein Glasrohr mit Torsionskreis befestigt.

In diesem Kasten ist ein System von 6 astatischen Uhrfeder-Magneten (Fig. 2) an einem Quarzfaden (21 cm Länge und 3 gr Tragkraft) ohne Torsion aufgehängt. Die oberen Magnete *SN* dieses Systemes sind mit der Quarzplatte *Q* in gleicher Höhe. Die unteren *ns* liegen viel tiefer im Kasten. An dem das Magnetsystem tragenden Messingstäbchen ist ein kleiner Spiegel *M* (0.3 mm dick) mit dem planparalellen Glase gleich hoch und demselben parallel angebracht. In diesem Spiegel erblickt man vermittelst des Fernrohrs *F*, 2 Meter von dem Spiegel entfernt, das Spiegelbild der Scala *EE'*, deren Eintheilung in Fig. 1 angedeutet ist. Die aus der Lichtquelle *L* kommenden Strahlen gehen durch die Quarzplatte und treffen die vertikale Oberfläche der drei oberen Uhrfeder-Magnete *NS*, die der Quarzplatte parallel ist.

Wegen ihrer grossen Fähigkeit ultra-violette Strahlen durchzulassen wurde die Quarzplatte gewählt.

Die drei unteren Uhrfeder-Magnete sind durch die Wand des Kastens und einen Doppelschirm *DD'* aus Messing vor Bestrahlung geschützt.

Um die oberen Magnete abwechselnd bestrahlen und vor Bestrahlung schützen zu können, ist ein zweiter Doppelschirm *BB'* aus Messing zwischen der Lichtquelle und die Quarzplatte angebracht. Dieser Schirm ist drehbar um die Axe *CC'* und kann vermittelst zweier Schnüre *II'* vom Beobachter nach Belieben zwischen die Lichtquelle und die Quarzplatte eingeschaltet (Lage *BB'*) und wieder ausgeschaltet (Lage *BB''*) werden. Das Thermometer *Ti* giebt die Temperatur im Kasten, das Thermometer *Ta* die Temperatur der Umgebung an. Die Magnete bilden mit dem magnetischen Meridiane einen Winkel von beinahe 45°.

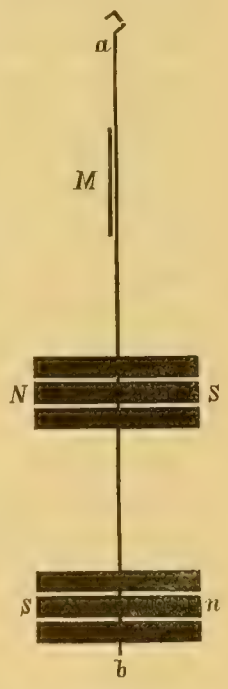


Fig. 2.

Das Magnetsystem. Sechs aus derselben Uhrfeder geschnittene gleichgrosse Stückchen (2.814 × 0.097 × 0 015 cm³) sind mit Wachs an einem gleich langen Holzklötzchen parallel neben einander geklebt. Das Klötzchen ist dann symmetrisch zwischen den Endflächen der cylindrischen Halbanker eines grossen Ruhmkorffschen Elektromagnets (von CHARPENTIER in Paris) befestigt. Dieser Elektromagnet wird von 4 Accumulatoren erregt. Die so erhaltenen kleinen Magnete sind in zwei Gruppen eingetheilt, und je drei und drei mit gleichgerichteten Polen an dünnen Glimmerblättchen vermittelst Schellack neben einander geklebt. Diese zwei Trippelmagnete sind, ebenfalls mit Schellack, an einem Messingstäbchen *ab* (Fig.

2) astatisch befestigt. Später wird der Glimmer weggenommen, und die Magnete werden direct an das Messingstäbchen geklebt Fig. 2.

A. Bestimmung der Schwingungsdauer. Bei diesen Versuchen wurde als Lichtquelle eine Bogenlampe (6 Ampère) angewandt, die 2 Meter von den Magneten entfernt war und von 22 Accumulatoren gespeist wurde. Die Schwingungsdauer der Magnete wurde dann bestimmt:

1:o vor Einschaltung des Accumulatorstromes; ich nenne zur Abkürzung diesen Versuch im Folgenden „Ohne Strom".

2:o nach Einschaltung dieses Stromes, und zwar mit dem Doppelschirme BB' zwischen der Lampe und der Quarzplatte: „Mit Strom und Schirm".

3:o mit gespeister Lampe ohne Doppelschirm: „Mit Strom ohne Schirm".

Der Einfluss der Ausschaltung und Einschaltung des Doppelschirmes auf die Magnete ohne Strom wurde besonders untersucht. Hierbei konnte man doch keine Veränderung der Ruhelage beobachten.

Die elektromagnetischen Wirkungen des Stromes waren anfangs sehr störend. Durch eine zweckmässige Kompensation wurden sie doch so vermindert, dass bei Einschaltung des Stromes die Ruhelage sich nur um cca 1 bis 0.5 Scalentheile veränderte.

Bei den ersten Versuchen benutzte ich nur einen Trippelmagnet, der oben beschriebenen Qualität; aber die elektromagnetischen und lokalen Störungen waren so gross, dass man die Schwingungsdauer bei Beleuchtung der Magnete nicht genau bestimmen konnte.

Die astatische Aufstellung der Magnete bietet ja auch viele Vortheile. Erstens ist das astatische System weniger empfindlich für elektromagnetische und lokale magnetische Störungen. Zweitens verursacht eine kleine Veränderung des Momentes der oberen Magnete eine verhältnissmässig grössere Veränderung des Momentes des ganzen Systems. Das astatische System ist also viel empfindlicher für die Wirkungen der Bestrahlung als ein einfacher Magnet. Weil die Magnete in Bezug auf den magnetischen Meridian schief (45^0) stehen, verändert sich die Ruhelage bei jeder Veränderung des magnetischen Momentes des Systems Eine wesentliche Ursache der Empfindlichkeit ist ja auch die geringe Dicke der Magnete, wodurch kleine Energiemengen Einfluss auf sie ausüben können. Die Schwingungsdauer wurde meistens so bestimmt, dass man die Zeiten beobachtete, in welchen die Ruhelage anfangs und nach 10, 20 und 30 Schwingungen passirt wurde. Das arithmetische Mittel wurde aus jeder Gruppe von 10, 20 und 30 Schwingungen berechnet. Darauf wurde das Hauptmittel jeder Reihe berechnet.

Folgende Tabelle giebt die Resultate der verschiedenen Beobachtungsse-

rien an. Jede Zahl ist ein Mittel von 5 Beobachtungsreihen. Die elektromagnetischen Wirkungen des Stromes waren hierbei soviel als möglich kompensirt:

Schwingungsdauer in Sekunden:

	Ohne Strom *a*	Mit Strom und Schirm. *b*	Mit Strom ohne Schirm. *c*	Diff. *a*—*b*.	Diff. *b*—*c*.
I	6.070				
		6.041			
			6.037		
		6.018			
	6.060				
		6.038			
			6.002		
		6.013			
	6.027				
	6.0523	6.0275	6.0195	0.0248	0,0080
II	6.005				
		5.977			
			5.975		
	5.978	5.974			
		5.968			
			5.950		
		5.961			
			5.955		
		5.948			
	5.951				
	5.9780	5.9656	5.960	0.0124	0.0056
III	5.882				
		5.864			
			5.867		
		5.870			
			5.866		
		5.872			
			5.865		
		5.869			
	5.885				
	5.8835	5.8888	5.8660	0.0147	0.0028
IVa	5.863				
		5.851			
			5.851		
		5.853			
			5.839		
		5.845			

IVb		5.846			
			5.839		
		5.842			
			5.819		
		5.818			
	5.842				
	5.8525	5.8426	5.8370	0.0099	0.0056
V	5.854				
		5.848			
			5.846		
		5.846			
			5.838		
		5.849			
			5.853		
		5.846			
			5.837		
		5.835			
	5.846				
	5.8500	5.8448	5.8435	0.0052	0.0013

Die obigen Tabellen zeigen, dass die Schwingungsdauer ohne Strom allmählig abgenommen hat, was einer Verstärkung des Momentes des ganzen Systems entspricht. Diese Thatsache scheint darauf hinzudeuten, dass die elektromagnetischen Wirkungen hier einigen Einfluss gehabt haben. Es geht ferner hervor, dass die Differenzen $a-b$ und $b—c$ auch allmählig abgenommen haben, und dass die Differenz $b—c$ immer positiv gewesen ist.

Wenn eine Hemmung durch Luftströme diese Verkürzung der Schwingungsdauer nicht hervorgerufen hat, so ist eine Veränderung der Astasirung die Ursache derselben. Die Astasirung des Magnetensystems hat dann nicht nur allmählig im Laufe der Untersuchung sondern auch bei jeder Umschaltung des Doppelschirmes sich so verändert, dass die Schwingungsdauer mit eingeschaltetem Schirm fast immer grösser als ohne denselben gewesen ist. Das Magnetensystem ist also bei Beleuchtung der oberen Magnete stärker, als bei Beschattung derselben durch den Doppelschirm.

Die Verstärkung des Momentes des astatischen Systems kann ja entweder durch eine Verstärkung, oder durch eine Erschwächung der oberen (bestrahlten) Magnete hervorgerufen werden Es lässt sich jedoch nicht auf Grund der obigen Versuche entscheiden, ob die Beleuchtung eine Verstärkung oder eine Erschwächung verursacht hat. Andere Beobachtungen müssen zu diesem Zwecke zu Hülfe genommen werden.

Man könnte jedoch gegen die oben angeführten Schlüsse einwenden, dass die Ursache der Differenz $b-c$ nicht ein Einfluss der Strahlen, sondern eine Dämpfung der elektromagnetischen Wirkungen des Stromes durch den Messingschirm BB' sei. Andererseits könnte ja die Abnahme der Schwingungsdauer eine Folge der schon von Baumgartner beobachteten, durch Luftströme hervorgebrachten Abnahme der Schwingungsweite der Magnete im Sonnenschein sein.

Zur Entscheidung der ersteren Frage habe ich nach Einschaltung des Stromes die mittleren logarithmischen Dekremente des Magnetensystems, sowohl mit dem Doppelschirm zwischen der Lampe und der Quarzplatte, als auch ohne diesen Schirm bestimmt. Für das logarithmische Dekrement mit eingeschaltetem Schirme fand ich den Werth 0.03542 und bei ausgeschaltetem Schirme 0.03548. Weil der Unterschied dieser Werthe ganz innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler liegt, so scheint die Annahme einer Dämpfung durch den Messingschirm unmöglich.

Die zweite Frage, ob nämlich Luftströme die Ursache der Abnahme der Schwingungsdauer seien, wird in dem Folgenden behandelt.

B. Messung der Veränderung der Ruhelage. Ebenso auffällig wie die Veränderung der Schwingungsdauer, war die Veränderung der Ruhelage des Magnetensystems bei Ausschaltung des Doppelschirmes und bei gespeister Lampe. Es galt daher zu untersuchen, ob die Ruhelageveränderung eine regelmässige Folge der Bestrahlung sei.

Eine genaue Untersuchung dieser Verhältnisse gestattet Schlüsse in Bezug auf die Ursache der oben genannten Momentverstärkung des ganzen astatischen Systems zu ziehen, und zeigt, ob und wie viel Einfluss die Luftströme gehabt haben. Die Ruhelage wurde also beobachtet:

1:o vor Einschaltung des Stromes.

2:o nach Einschaltung des Stromes, mit dem Doppelschirme BB' zwischen der Lampe und der Quarzplatte.

3:o mit gespeister Lampe ohne Doppelschirm.

Bei diesen Versuchen war jedoch die Veränderung der Ruhelage sehr klein. Eine Vergrösserung derselben durch Verminderung des Abstandes der Bogenlampe war nicht rathsam, weil die elektromagnetischen Wirkungen dadurch noch lästiger geworden wären. Um diese Störungen vollständig zu vermeiden, benutzte ich eine nicht leuchtende Bunsenlampe (anfangs mit rothglühendem Platinblech). Mit dieser Lichtquelle machte ich abwechselnd Versuche mit und ohne Einschaltung des Schirmes zwischen die Lichtquelle und die Quarzplatte. Anfangs war auch die Bunsenlampe während der ganzen Beobachtungs-

zeit angezündet und der Doppelschirm jedes mal wegen der Bestrahlung der Magnete ausgeschaltet. Hierbei wurde jedoch der Schirm allmählig erwärmt und fing an Wärmestrahlen gegen die Magnete zu senden. Um diesem Übel abzuhelfen, wurde jetzt die Lampe gleichzeitig mit der Ausschaltung des Doppelschirmes durch eine automatische Anordnung angezündet. Der Schlauch der Lampe wurde nämlich bei Einschaltung des Schirmes wie durch einen Quetschhahn geschlossen. Bei Ausschaltung des Schirmes wurde der Schlauch geöffnet und das durch die Röhre der Lampe jetzt ausströmende Gas durch eine minimale Seitenflamme angezündet.

So lange die Oberfläche der oberen Magnete ganz blank ist, werden die auf dieselbe fallenden Strahlen zum grössten Theile reflectiert. Um diesem Übelstande abzuhelfen, wurde die der Lichtquelle zugewandte Oberfläche der oberen Magnete mit mattschwarzem Lacke ohne Erwärmung bestrichen. Hierdurch werden die oberen Magnete sehr empfindlich für Bestrahlung, während die unteren noch gleich unempfindlich wie früher bleiben, was hier einen grossen Vortheil bietet.

Die Berussung der oberen Magnete hatte die erwünschte Wirkung, aber die Erscheinung wurde sehr launenhaft. Es zeigte sich nämlich dass bei Bestrahlung der Magnete immer anfangs eine Bewegung den höheren Zahlen zu stattfindet Zuweilen zeigt die ganze Beobachtungsreihe mit alleiniger Ausnahme der ersten Beobachtung eine Bewegung der Magnete den niedrigeren Zahlen zu, während andere Reihen erst eine beständige Bewegung den höheren Zahlen zu und als dann erst eine ganz allmählige Abnahme der Ablenkung aufwiesen. Nach der Beschattung kehren die Magnete wieder allmählig zu der Ruhelage zurück, die doch meistens während der Versuche ein wenig verändert worden ist. Die Ursache dieser Erscheinungen war anfangs sehr räthselhaft. Man konnte die Frage aufstellen, ob nicht diese Veränderlichkeit der Ablenkung durch Temperaturwechsel bedingt sei. Die Magnete waren ja, wie oben angegeben, vermittelst Schellack an dünne Glimmerblättchen geklebt. Die Verschiedenheit der Ausdehnungskoefficienten des Glimmers und des Stahles könnte vielleicht eine ungleichförmige Krümmung der Magnete und dadurch eine Veränderung der Astasirung verursachen. Um die Quelle dieses möglichen Fehlers zu beseitigen, wurden die Glimmerblättchen entfernt und die Magnete direct an dieselben Stellen des Messingstäbchens (ab in Fig. 2) geklebt.

Um noch den Einfluss der Elasticität der Uhrfedermagnete so viel als möglich zu verändern, wurden alle die oberen Magnete hierbei umgekehrt, so dass die früher berusste Seite blank gemacht und die früher blanke berusst wurde. Gleichzeitig wurde ein neuer Quarzfaden eingeführt.

Um den Einfluss der äusseren Temperatur zu vermindern, wurde der Kasten äusserlich mit Stanniol beklebt.

Nach allen diesen Anordnungen erhielt ich Resultate, die den früheren ganz ähnlich waren gleich viel ob die Magnete mit den Strahlen der Bunsenlampe oder des elektrischen Lichtes bestrahlt wurden.

Die Doppelbewegung der Magnete konnte also nicht die Folge einer Biegung derselben bei Bestrahlung sein.

Die im Kasten bei der Erwärmung entstandenen Luftströme können doch hierbei wirksam sein. Den Einfluss dieser Luftströme auf die Ablenkung der Magnete versuchte ich nun zu erforschen Dies geschah einerseits durch künstlich im Kasten erzeugte Luftströme, andererseits durch Hemmung der Luftbewegungen vermittelst dünner, über, zwischen und unter die beiden Magnetensysteme eingeschalteter Glimmerlamellen. Die künstlich erzeugten Luftströme riefen eine beträchliche Bewegung des Magnetensystems hervor. Bei Hemmung derselben durch Glimmerlamellen wurde dagegen die durch Bestrahlung erzeugte Ablenkung vermindert.

Die Berussung der beiden Seiten der oberen Magnete hatte fast keiner Einfluss auf die Grösse der durch Bestrahlung erzeugte Ablenkung.

Es war zu erwarten, dass die Wirkung des Lichtes auf die Magnete dem Quadrate des Abstandes der Lichtquelle umgekehrt proportional sei. Bei den Versuchen mit zwei verschiedenen Abständen der Lichtquelle habe ich die Grösse der ersten Ablenkung als Mass der Wirkung der Bestrahlung betrachtet. Ich machte zwei verschiedene Reihen von Beobachtungen, die eine mit gehemmten Luftströmen, die andere ohne Hemmung derselben. Bei 54 cm Abstand war die Ablenkung ohne Hemmung im Mittel 6.05 Scalentheile und bei 27 cm Abstand 27.96. Als Intensitätsverhältniss erhielt man also 4.621 anstatt 4.0 wie zu erwarten war.

Nach Hemmung der Luftströme war die Ablenkung bei 54 cm Abstand im Mittel 3.21 und bei 7 cm Abstand im Mittel 14.52 Scalentheile. Das Intensitätsverhältniss war also 4.523 anstatt 4.0.

Der längere Abstand scheint also 2.13 mal so gross als der kürzere gewesen. Dafür spricht auch die beinahe vollständige Übereinstimmung dieser Zahl mit der ohne Hemmung erhaltenen 2.15. Die Abstände sind immer vom Centrum der Flamme gerechnet. Jedenfalls kann man hieraus ersehen, dass die Wirkung der Bestrahlung mit grosser Wahrscheinlichkeit dem Quadrate des Abstandes der Lichtquelle umgekehrt proportional ist.

Die Wirkung verschiedener Lichtquellen. Bei späteren Versuchen wurde Magnesiumlicht benutzt. Dasselbe enthält sehr viel ultraviolette Strahlen

und ist frei von den Nachtheilen der elektromagnetischen Störungen des elektrischen Lichtes. Das Licht wurde durch Verbrennung von 10 cm Magnesiumband (0.25×0.02 cm^2 Durchschnitt) in einer Entfernung von 27 cm von den Magneten erzeugt. Dieses Band wurde von dem Beobachter vermittelst einer kleinen Kerze angezündet, die an dem Ende eines langen Holzstabes befestigt war. Die Verbrennung dauerte fast 10 Sekunden. Der Schirm BB' (fig. 1) war bei diesen Beobachtungen die ganze Zeit ausgeschaltet. Bei Bestrahlung mit Magnesiumlicht war die erste Ablenkung (im Durchschnitt 188 Scalentheile) ziemlich gross im Vergleich mit der bei Anwendung der nicht leuchtenden Bunsenlampe (im Mittel 28 Scalentheile). Um den Grund zu ermitteln, warum das Magnesiumlicht einen so viel grösseren Einfluss auf die Magnete ausübt, als die Bunsenlampe, wurden diese beiden Lichtquellen bolometrisch mit einander verglichen. Nach diesem Vergleich wäre das Magnesiumlicht bei gleicher Bestrahlungszeit 1.3 mal stärker als das Licht der gebrauchten Bunsenlampe. Es scheint also möglich, dass verschiedene Strahlen einen verschiedenen Einfluss auf die Magnete ausüben können.

Versuche bei niedrigen Drucken.

Die bei atmosphärischem Drucke ausgeführten Versuche zeigen schon deutlich, dass bei Bestrahlung der Magnete die durch Erwärmung in dem Kasten hervorgerufenen Luftströme nicht ohne Einfluss auf die Grösse der Ablenkung sind. Um davon überzeugt zu werden, dass eine Ablenkung der Magnete bei Bestrahlung auch ohne Mitwirkung der Luftströme existirt, war es nöthig Versuche im Vacuum zu machen.

Der Apparat für Versuche bei niedrigen Drucken. Das früher gebrauchte astatische Magnetensystem (*NS*, *ns* Fig. 2) wurde an einem Quarzfaden in Glaskugel *A* (10 cm Durchmesser) aufgehängt (Fig. 3). Diese Kugel hat vier Hälse. Von den zwei vertikalen Hälsen (*H* und *I*) ist der eine, *H* (35 cm Durchmesser) für die Aufhängung der Magnete bestimmt, der andere, *I*, für die Einführung des Thermometers (*Ti*) zur Bestimmung der inneren Temperatur der Kugel. Die zwei anderen Hälse (c. 3 cm Druchmesser) sind horizontal und stehen senkrecht auf einander. Am Ende des einen dieser Hälse ist die früher angewandte Quarzplatte *Q*, am Ende des anderen, ein wenig höher belegenen Halses, ist ein planparalleles Glas (*G*) für die Ablesung der Magnetenspiegel *M* angekittet.

Das Fernrohr stand in einer Entfernung von 2.6 Meter von dem Spiegel.

Ein Termometer (*Ta*) für Bestimmung der äusseren Temperatur wurde bei der Quarzplatte *Q* aufgestellt. Die ganze Kugel wurde mit Stanniol bekleidet um dieselbe vor äusserer Bestrahlung zu schützen.

Die Röhre *P*, welche durch den eingekitteten Kork, *K*, des oberen Halses geht, verbindet den Apparat mit der Trockenkugel einer Bessel-Hagenschen Quecksilberluftpumpe.

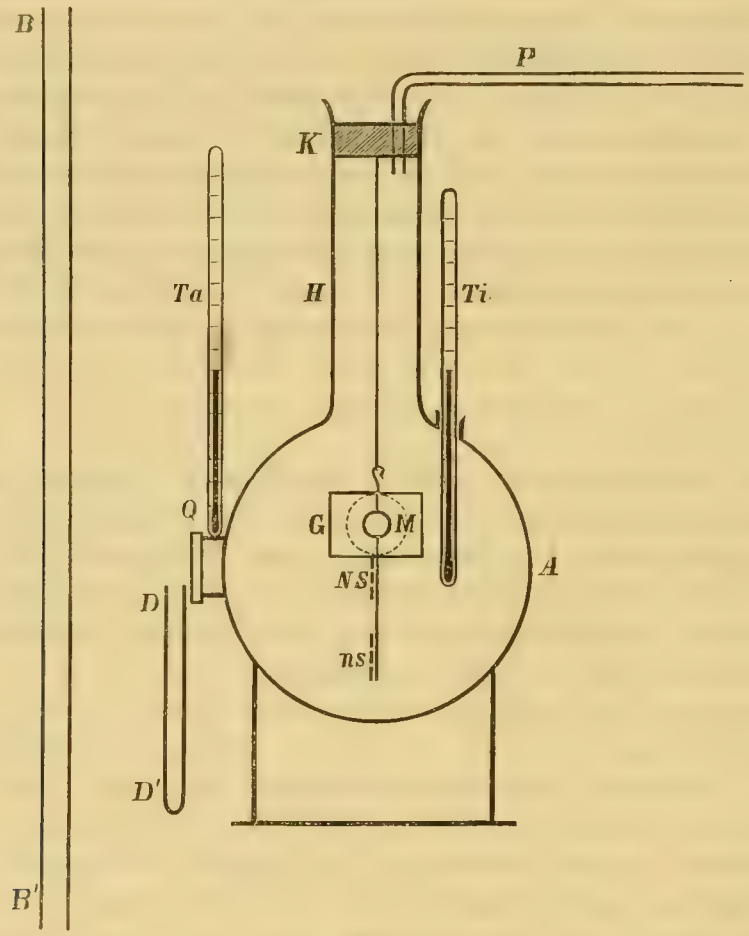


Fig. 3.

Die Kugel wurde an einer Unterlage befestigt und die unteren Magnete durch den Doppelschirm *DD'* gegen Bestrahlung geschützt. Derselbe Doppelschirm *BB'* wurde auch jetzt, wie früher, zur Bestrahlung und Beschattung der Magnete gebraucht. Die Anordnung zur Anzündung und Auslöschung der nichtleuchtenden Bunsenlampe durch Ausschaltung und Einschaltung des

Schirmes BB' wurde bei den Versuchen mit dieser Lampe unverändert beibehalten.

Die Lage des Magnetensystems in Bezug auf den magnetischen Meridian war die in Fig. 1 angegebene.

Die Ablenkung der Magnete bei Bestrahlung wurde nun bei gradweise abnehmendem Drucke verfolgt. Wäre dieselbe nur durch Luftbewegungen hervorgerufen worden, so würde sie stätig mit dem Drucke abnehmen. Wenn man aber einen Druck finden kann, von welchem ab diese Ablenkung bei übrigens unveränderten Bestrahlungsverhältnissen sich nicht mehr merkbar mit abnehmendem Drucke verändert, so beweist dies, dass ausser der Luftbewegung noch eine andere, von dem Luftdrucke unabhängige Ursache der Ablenkung bei Bestrahlung der Magnete wirksam ist. Vor Entleerung der Kugel machte ich bei atmosphärischem Drucke verschiedene der vorher beschriebenen Versuche. Dabei ergab es sich, das die Doppelwirkung auch bei dieser neuen Anordnung auftrat.

Nach vielen fruchtlosen Versuchen wurden endlich die Verkittungen der Kugel luftdicht und ich fing an eine Reihe von Beobachtungen mit gradweise abnehmendem Drucke anzustellen. Hierbei war der Abstand der Bunsenlampe 27 cm und die Beleuchtungszeit immer 10 Sekunden. Die Ruhelage und die erste Ablenkung wurden beobachtet.

Ich führe hier unten zwei Beobachtungsreihen an. Die Temperaturen sind in Graden Celsius angegeben.

I. Bei atmosphärischen Drucke (722 mm) konnte man jetzt wegen der Doppelbewegung keinen mittleren Werth der Ablenkung bilden.

Erste Reihe.

Luftdruck.	Innere Temperatur.	Äussere Temperatur.	Ruhelage.	Erster Ausschlag.	Ablenkung in mm.
1) 722.0 mm	21.32	20.97			
			209.5	152.0	— 57.5
	21.27	21.16			
			239.0	242.9	+ 3.9
	21.23	21.23			
			279.1	281.0	+ 1.9
	21.22	21.23			
			254.0	255.1	+ 1.1
	21.20	21.18			
			250.1	190.8	— 59.3
	21.18	21.19			

2) 145.4 mm	22.28	21.90			
			232.4	244.2	+ 11.8
	22.28	22.37			
			229.8	238.2	+ 8.4
	22.28	22.52			
			231.8	241.7	+ 9.9
	22.28	22.62			
			232.0	241.0	+ 9.0
	22.26	22.63			
			238.9	247.2	+ 8.3
	22.22	22.31			
3) 65.1	22.00	21.96			
			245.0	258.2	+ 13.2
	22.00	22.18			
			246.2	256.3	+ 10.1
	21.99	22.23			
			243.0	255.4	+ 12.4
	21.98	22.26			
			242.0	253.4	+ 11.4
	21.95	22.08			
			242.2	251.9	+ 9.7
	21.93	22.22			
4a) 65.1	20.19	20.21			
			250.2	260.4	+ 10.2
	20.23	20.67			
			250.8	261.4	+ 10.6
	20.32	20.83			
			274.4	285.0	+ 10.6
	20.39	20.85			
			245.9	255.8	+ 9.9
	20.50	20.95			
			243.9	254.8	+ 10.9
	20.55	21.04			
			243.9	254.6	+ 10.7
	20.59	21.07			
5) 13.8					
	22.54	22.73			
			263.2	275.1	+ 11.9
	22.58	22.98			
			265.0	277.6	+ 12.6
	22.62	23.10			
			265.1	278.0	+ 12.9
	22.66	23.14			
			265.6	277.6	+ 12.0
	22.69	23.13			
			266.4	277.8	+ 11.4
	22.71	23.08			

6) 5.2	21.01	20.98			
			264.1	276.8	+ 12.7
	20.98	21.20			
			263.5	276.1	+ 12.6
	20.98	21.24			
			263.8	275.4	+ 11.6
	21.00	21.30			
N. M.	21.16	21.34			
			264.0	275.1	+ 11.1
	21.28	21.65			
			261.0	272.9	+ 11.9
	21.23	21.44			
			263.5	274.1	+ 10.6
	21.23	21.43			
			263.2	275.0	+ 11.8
	21.12	21.42			
			264.0	275.2	+ 11.2
	21.12	21.32			
			265.0	276.2	+ 11.2
	21.12	21.30			

Da die Röhre, welche die Luftpumpe und den Apparat verband, beschädigt wurde drang Luft in den Apparat hinein. Als die Verbindung wiederhergestellt war, machte ich folgende neue Beobachtungen:

Zweite Reihe.

Luftdruck.	Innere Temperatur.	Äussere Temperatur.	Ruhelage.	Erster Ausschlag.	Ablenkung in mm.
1) 725.9 mm	21.35	21.52			
			282.0	288.2	+ 6.2
	21.37	21.56			
			292.2	293.4	+ 1.2
	21.40	21.58			
			287.7	288.8	+ 1.1
	21.43	21.58			
			282.7	285.2	+ 2.5
	21.46	21.66			
2) 113.5	21.49	21.58			
			277.1	282.6	+ 5.5
	21.54	21.86			
			275.0	280.4	+ 5.4
	21.58	21.96			
			275.7	280.5	+ 4.8
	21.64	21.95			

3a) 22.6	23.62	23.69			
			497.9	509.5	+ 11.6
	23.63	23.82			
			498.5	511.0	+ 12.5
	23.63	23.95			
			500.0	512.0	+ 12.0
	23.66	23.96			
			500.1	511.4	+ 11.3
	23.66	23.94			
			500.7	512.5	+ 11.8
	23.67	23.92			
4) 4.0	21.36	21.53			
			498.2	510.1	+ 11.9
	21.44	21.80			
			498.0	510.7	+ 12.7
	21.54	21.95			
			496.9	509.3	+ 12.4
	21.63	21.90			
			497.0	510.0	+ 13.0
	21.69	22.10			
			496.8	509.8	+ 13.0
	21.74	22.16			
5) 2.1	22.58	22.88			
			495.3	507.9	+ 12.6
	22.67	23.18			
			495.6	509.2	+ 12.6
	22.77	23.22			
			495.7	509.5	+ 12.8
	22.84	23.36			
			496.4	509.5	+ 13.1
	22.90	23.39			
			496.7	510.3	+ 13.6
	22.96	23.46			
6a) 0.24	23.04	23.33			
			495.0	508.3	+ 13.3
	23.09	23.54			
			495.0	508.4	+ 13.4
	23.17	23.63			
			493.9	508.0	+ 14.1
	23.24	23.68			
			493.8	507.4	+ 13.6
	23.30	23.74			
			493.7	508.1	+ 14.4
	23.34	23.76			

Wenn man die oben angeführten Ablenkungen bei den verschiedenen Drucken vergleicht, so sieht man, dass bei atmosphärischem Drucke die Ablenkung jetzt wie früher meistens sehr unregelmässig ausgefallen ist. Mit abnehmendem Drucke werden die Ausschläge immer regelmässiger. Anstatt abzunehmen, wie zu erwarten war, nehmen sie bei niedrigen Drucken zu. Diese Resultate zeigen ganz deutlich, dass die Luftbewegungen bald in einen, bald in entgegensetzten Richtung störend eingegriffen haben. Die Zunahme der Ablenkung bei niedrigen Drucken spricht noch für eine Dämpfung der Bewegungen der Magnete durch den Widerstand der Luft bei atmosphärischem Drucke. Man sieht also, dass ausser der Luftbewegung eine andere Ursache der Ablenkung existirt.

Die Frage, ob die Ablenkung des Systemes wirklich eine Folge der Veränderung des Magnetismus ist, oder ob andere ganz mechanische Kräfte bei der Bestrahlung des Systems entstehen, war noch zu entscheiden. Ich werde hier unten über die verschiedenen Versuche, die ich zu diesem Zwecke ausgeführt habe, berichten.

1:o. *Existirt eine Radiometer-Wirkung bei Bestrahlung der Magnete?* Es fragt sich, ob nicht die Ablenkung der Magnete bei Bestrahlung eine der Bewegung der Flügel in Crookes Radiometer analoge Erscheinung sei. Wenn die eine Hälfte (von dem Messingstäbchen ausgerechnet) der Bestrahlten Oberfläche der oberen Magnete ein wenig grösser als die andere Hälfte wäre, so entstände bei niedrigen Drucken ein Drehungsmoment, welches die grössere Hälfte der Fläche rückwärts von der Flamme drehen würde.

Um eine Antwort auf diese Frage zu finden, habe ich folgende Versuche angestellt:

Die eine Hälfte der Quarzplatte wurde durch einen kleinen vertikalen Doppelschirm von Messing so bedeckt, dass die Strahlen der Lichtquelle, einer Bunsenlampe, nur die eine Hälfte der oberen Magnete (von dem Messingstabe ausgerechnet) treffen konnten. Bei der ersten Reihe von den oben erwähnten Beobachtungen machte ich hierüber Versuche bei einem Drucke von 65.1 mm; bei den zweiten Reihe bei einem Drucke von 0.24 mm.

Die Ablenkung bei Beleuchtung der ganzen Oberfläche der oberen Magnete bei einem Drucke von 65.1 mm ist schon (P. 16, 4a) gegeben. Nach dem ich diese Messungen ausgeführt hatte, wurde nur die rechte Hälfte der oberen Magnete (von der Flamme ausgesehen) bestrahlt, während die linke Hälfte

im Schatten eines vertikalen Doppelschirmes war Die Beleuchtungszeit war 10 Sekunden. Hierbei erhielt ich folgende

Beobachtungsreihe 4 b.

Luftdruck.	Innere Temperatur.	Äussere Temperatur.	Ruhelage.	Erster Ausschlag.	Ablenkung in mm.
65.1 mm	21.82	22.24			
			280.0	285.4	+ 5.4
	21.95	22.36			
			280.1	285.6	+ 5.5
	22.04	22.44			
			278.9	284.2	+ 5.3
	22.06	22.50			
			278.6	283.0	+ 4.4
	22.12	22.50			
			278.5	284.2	+ 5.7
	22.18	22.54			
			280.1	285.0	+ 4.9
	12.22	22.61			

Hiernach wurde die linke Hälfte den oberen Magnete (von der Flamme aus gesehen) bestrahlt und die rechte Hälfte beschattet. Der Druck und die Beleuchtungszeit waren unverändert.

Beobachtungsreihe 4 c.

Luftdruck.	Innere Temperatur.	Äussere Temperatur.	Ruhelage.	Erster Ausschlag.	Ablenkung in mm.
65.1 mm	22.24	22.67			
			280.0	283.1	+ 3.1
	22.30	22.82			
			281.0	284.9	+ 3.9
	22.38	22.93			
			280.7	283.7	+ 3.0
	22.43	22.92			
			279.4	283.0	+ 3.6
	22.46	22.95			
			278.6	282.1	+ 3.5
	22.48	23.00			
			278.8	282.9	+ 4.1
	22.52	23.06			

Bei der zweiten der obigen Beobachtungsreihen machte ich ähnliche Versuche bei einem Drucke von 0.24 mm. Der Abstand der Bunsenlampe, sowie die Beleuchtungszeit, waren hierbei unverändert.

Die Ablenkung bei Bestrahlung der ganzen Oberfläche der oberen Magnete bei diesem Drucke ist schon p. 18 (6a) gegeben.

Erstens wurde nur die rechte Hälfte der oberen Magnete (von der Lampe aus gesehen) bestrahlt. Die linke Hälfte war im Schatten des Messingschirmes. Hierbei erhielt ich folgende

Beobachtungsreihe 6 b:

Luftdruck.	Innere Temperatur.	Äussere Temperatur.	Ruhelage.	Erster Ausschlag.	Ablenkung in mm.
0.24 mm	23,32	23,55			
			493.8	498.8	+ 5.0
	23.31	23,58			
			492.8	498.4	+ 5.6
	23.33	23.63			
			493.0	498.8	+ 5.8
	23.35	23.66			
			494.0	498.9	+ 4.9
	23.39	23.69			
			494.8	500.0	+ 5.2
	23.43	23.90			

Hiernach wurde nur die linke Hälfte der oberen Magnete (von der Lampe aus gesehen) bestrahlt Die rechte Hälfte war im Schatten des Messingschirmes.

Beobachtungsreihe 6 c

Luftdruck.	Innere Temperatur.	Äussere Temperatur.	Ruhelage	Erster Ausschlag.	Ablenkung in mm.
0.24 mm	23.43	23.90			
			495.0	499.0	+ 4.0
	23.46	23.87			
			495.0	500.6	+ 5.6
	23.46	23.92			
			495.0	500.7	+ 5.7
	23.37	23.89			
			495.6	500.0	+ 4.4
	23.48	23.87			
			495.5	500.7	+ 5.2
	23.49	23.91			

Aus den obigen Beobachtungen geht hervor, dass noch bei so niedrigen Drucken wie 65.1 mm und 0.24 mm, keine Radiometerwirkung beobachtet werden kann. Hätte eine radiometrische Wirkung existiert, so hätten die Magnete bei den Beobachtungsreihe 4 b und 6 b eine Bewegung den niedri-

gen Zahlen zu und bei den Beobachtungen 4 c und 6 c eine Bewegung den höheren Zahlen zu gezeigt. In beiden Fällen hätte die Ablenkung grösser sein müssen als in dem Falle, wo die ganze Länge der Magnete beleuchtet war.

Die Beobachtungsreihen 4 a und 6 a Siehe p. 16 u. 18 mit den entsprechenden Reihen b und c verglichen zeigen jedoch, dass die Ablenkung immer in demselben Sinne stattgefunden hat. Weiter sieht man, dass die Ablenkung der bestrahlten Oberfläche fast proportional ist und jedenfalls grösser bei Bestrahlung der ganzen der Lampe zugewandten Fläche, als bei Bestrahlung der einen oder anderen Hälfte derselben ausfällt.

2:o. *Verändert sich das Torsionsmoment des Fadens?* Man könnte noch annehmen, dass die Bestrahlung das Torsionsmoment des Quarzfadens verändert und eine Drehung des Magnetensystemes hervorruft. Um diese Frage zu entscheiden, habe ich abwechselnd entweder nur den Faden oder auch den Faden sammt den oberen Magneten mit den Strahlen einer 25 cm entfernten Bunsenlampe bestrahlt.

Wenn Faden und Magnete gleichzeitig bestrahlt wurden, so gewahrte ich im Durchschnitt den grössten Ausschlag von 41 mm nach einer Bestrahlung von 18 Sekunden.

Wenn aber die oberen Magnete durch einen Holzklotz vor der Bestrahlung geschützt waren, konnte man in derselben Zeit keine Bewegung des Systemes gewahren, obgleich die Strahlen der Lampe den Quarzfaden direct getroffen hatten.

Bei längerer Bestrahlung des Fadens fand doch eine kleine Ablenkung statt. Nach einer Minute machte dieselbe 0.3 mm aus; nach zwei Minuten 2.3 mm; nach drei Minuten 4.1 mm; nach vier Minuten 6.1 und nach fünf Minuten 7.6 mm. Bei noch längerer Bestrahlung nahm der Zuwachs der Ablenkung allmählig ab.

Wenn auch noch der Quarzfaden durch einen Holzklotz gegen Bestrahlung geschützt war, konnte man erst nach 14 Minuten eine Ablenkung von 1 mm gewahren.

Eine Vergleichung der Ruhelage des Magnetensystemes mit der entsprechenden inneren Temperatur der Kugel hatte schon einen auffälligen Parallelismus der beiden Ablesungen gezeigt. Oben angeführte Versuche erklären die Ursache dieser Ruhelageveränderung.

Schon aus diesen Versuchen geht indessen deutlich hervor, dass die Ursache der von mir beobachteten Ablenkung bei Bestrahlung der Magnete nicht in einer Veränderung der physikalischen Eigenschaften des Fadens zu

suchen ist. In der von mir angewandten Bestrahlungszeit c. 5 bis 30 Sec. hätte nämlich die durch den Faden hervorgerufene Veränderung nicht mehr als höchstens 0.3 mm ausmachen können.

3:o *Ist eine Veränderung vom Trägheitsmoment des Magnetensystems die Ursache der Ablenkung?* Herr Professor A. F. Sundell in Helsingfors hatte mir gegenüber die Vermuthung ausgesprochen, dass bei der Bestrahlung vielleicht das Trägheitsmoment des Systemes durch Erwärmung verändert werde, und dass dadurch eine Ablenkung der Magnete entstehen könnte. Er schlug Versuche mit einem Systeme von Messingstreifen vor.

Auf diese Vermuthung hin suchte ich ein ganz ähnliches System von Messing, wie das Magnetensystem mir zu konstruieren. Die Oberfläche der Messingstreifen wurde auch fast genau gleich gross wie die der Magnete. Wegen Mangel an passendem Material musste ich jedoch die Dicke der Messingstreifen $^1/_5$ kleiner als die der Magnete nehmen. Im Übrigen, wie in Bezug auf Spiegel u. s. w., waren die beiden Systeme fast ganz gleich.

Das Messingsystem wurde an einem 20 cm langen Coconfaden in einem Glascylinder aufgehängt, der mittelst der Luftpumpe entleert wurde.

Aus den verschiedenen Versuchen, die ich mit diesem Messingsystem gemacht habe, ging hervor, dass bei Bestrahlung der oberen Messingstreifen mit dem Lichte einer Bunsenlampe eine Ablenkung von c. 18 mm nach 53 Sec. Bestrahlung entstand. Auf diese Ablenkung hatte der Umstand durchaus keinen Einfluss, ob die Strahlen das Messingsystem getroffen hatten oder nicht. Bei Einschaltung eines 4 cm dicken Holzklotzes zwischen die Messingstreifen und die Lichtquelle erhielt ich nämlich eine gleich grosse Ablenkung der Magnete. Wenn aber der Coconfaden durch einen Holzklotz vor directer Bestrahlung geschützt wurde, so konnte man bei Bestrahlung der oberen Messingstreifen erst nach 4 Minuten eine Veränderung der Ruhelage von c. 1 mm gewahren. Diese Ablenkung war also wahrscheinlich eine Folge der allmähligen Erhöhung der Temperatur im Cylinder.

Das Verbrennen von 10 bis 15 cm Magnesiumband in einer Entfernung von 20 cm von den Messingstreifen, hatte keinen merkbaren Einfluss auf dieselben. Auch wenn der Coconfaden mit Magnesiumlicht ganz unbehindert bestrahlt wurde, konnte man keine Ablenkung gewahren.

Bei diesen Versuchen sind die Strahlen des Magnesiumlichtes durch die Glaswand des Cylinders, bei den vorigen Beobachtungen dagegen durch die Quarzplatte gegangen. Man könnte also die Unfähigkeit des Magnesiumlichtes

eine Veränderung des Coconfadens hervorzurufen durch eine verschiedene Absorption desselben in Glas und Quarz erklären.

Um zu entscheiden, ob die bei der Ablenkung wirksamen Strahlen des Magnesiumlichtes von dem Glase vollständig absorbiert werden, machte ich Versuche mit dem angewandten Magnetensysteme. Verschiedene Glasplatten wurden zwischen die Quarzplatte und das Magnesiumlicht eingeschaltet und die Verminderung der Ablenkung beobachtet. Es erwies sich da, dass alle die geprüften Glasplatten c. 66 % von dem auf die Magnete wirkenden Lichte durchliessen.

Schliesslich wurden die Messingstreifen mit dunklen Wärmestrahlen bestrahlt. Eine Messingplatte (c. $28 \times 28 \times 0.25$ cm^3) wurde 10 Minuten über einer Bunsenlampe erhitzt und dann in einer Entfernung von 23 cm von den Messingstreifen vertikal aufgestellt. Der Cylinder war bei diesen Versuchen grösstentheils mit Watte umhüllt. Nach 4 Minuten beobachtete ich eine Ablenkung von c. 2.5 mm, die jetzt wieder von dem Umstande unabhängig war, ob die Streifen durch den Holzklotz geschützt waren, oder nicht.

Wenn ich in ganz gleicher Weise die oberen der vorher angewandten Magnete bestrahlte, fand ich erst nach 5 Minuten eine Ablenkung von c. 1.4 mm.

Aus diesen Versuchen geht also deutlich hervor:

1:o dass in der Zeit von c. 20 Secunden, in welcher die Magnete ihre grösste Ablenkung erreichten, keine merkbare Ablenkung des Messingsystemes entstand.

2:o dass die nach längerer Bestrahlung beobachtete Ablenkung eine Folge der Erwärmung des Coconfadens und einer dadurch hervorgerufenen Veränderung des Torsionsmomentes ist.

Das neue Magnetensystem. Die Bestrahlung hatte, wie oben angeführt, wenig Einfluss auf das System von Messingstreifen. Um diese Frage noch näher zu untersuchen wurde ein ganz ähnliches System von Uhrfedermagneten, wie das S. 6 beschriebene, hergestellt. Die Dimensionen der einzelnen Uhrfederstückchen waren $28.6 \times 1.2 \times 0.18$ mm^3 und jedes Stück wog 0.0356 gr. Diese Uhrfedern wurden alle gleichzeitig magnetisiert mittelst des schon vorher gebrauchten Ruhmkorffschen Elektromagnets, der jetzt durch 20 Accumulatore (21 Ampère) erregt wurde. Das neue astatische System von Uhrfeder-Magneten wurde dann unberusst in einem Glascylinder aufgehängt. Die Lage des Spiegels konnte man jetzt sehr genau ablesen, weil ein planparalleles Glas an den Wand des Cylinders in gleicher Höhe mit dem Spiegel angebracht war. Die Scala war 2.3 Meter vom Spiegel entfernt.

Die Lage der Magnete des neuen Systemes in Bezug auf den magnetischen Meridian geht aus der anbei stehenden Figur hervor. *NS* sind die oberen und *ns* die unteren Magnete.

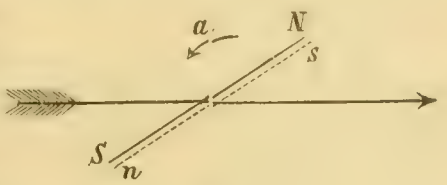


Fig. 4.

Bei Bestrahlung der oberen Magnete mit Magnesiumlicht fand die Ablenkung in der Richtung der Pfeile *a* (Fig. 4) statt. Bei dem vorher angewandten Magnetensysteme ging dieselbe in entgegensetztem Sinne Wenn man aber die Lagen der beiden Systeme in Bezug auf den magnetischen Meridian vergleicht, so findet man, dass in beiden Fällen die Ablenkung durch eine Erschwächung der oberen Magnete erklärt werden kann.

Wenn 10 cm Magnesiumband in einer Entfernung von 25 cm verbrannt wurde, so war die Ablenkung nur 9 mm. Aber bei Verbrennung von 15 cm Magnesiumband in einer Entfernung von 20 cm von den Magneten, war die Ablenkung 20 bis 40 mm.

Wenn aber die Magnete durch einen Holzklotz geschützt waren, konnte man bei Verbrennung von 15 cm Magnesiumband in derselben Entfernung keine Veränderung der Ruhelage gewahren.

Mit diesem neuen Magnetensysteme machte ich Versuche, welche die Frage, ob die Bestrahlung wirklich eine Veränderung des magnetischen Zustandes der Magnete verursacht oder nicht, entschieden zu haben scheinen.

Anstatt, wie bis jetzt, nur die oberen Magnete des Systemes zu bestrahlen, bestrahlte ich nun abwechselnd nur die oberen, oder nur die unteren Magneten. Es zeigte sich dabei, dass die Bestrahlung der oberen Magnete, wie oben gesagt, immer eine Ablenkung in dem Sinne der Pfeile *a* (Fig. 4) hervorrief. Die Bestrahlung der unteren Magnete verursachte dagegen eine Ablenkung in entgegengesetztem Sinne. Dieser Unterschied zwischen den oberen und unteren Magneten erklärt sich ganz natürlich durch die schon auf Grund der vorigen Versuche sehr wahrscheinlichen Annahme, dass die Magnete bei der Bestrahlung erschwächt werden.

Die Ruhelage der Magnete ist ja durch folgende drei Kräfte bestimmt:

1:o Die Directionskraft der oberen Magnete.

2:o Die Directionskraft der unteren Magnete.

3:o Eine vielleicht existirende Torsionskraft des Fadens.

Wie oben angeführt, sind die Veränderungen der Torsionskraft so klein, dass man bei einer Bestrahlungszeit von 20 bis 30 Secunden, dieselben ausser Betracht lassen kann.

Die erste Kraft wird bei Bestrahlung der oberen Magnete durch den Einfluss der Strahlen verändert, verstärkt oder erschwächt.

Bei Bestrahlung der unteren Magnete muss die Bewegungsrichtungen entgegensetzt werden.

Die Versuche zeigen ja auch deutlich, dass das System bei Bestrahlung der oberen Magnete sich in Folge der Directionskraft der unteren Magnete gedreht hat. Es muss also bei Bestrahlung von Magneten eine Erschwächung derselben stattfinden.

Zu demselben Resultate kommt man, wenn man nur die unteren Magnete bestrahlt, und die in Folge dessen entstandene Bewegung des Systemes betrachtet.

Bestrahlung entmagnetisirter Magnete. Dasselbe Magnetensystem wurde danach durch einen Wechselstrom entmagnetisirt. Die oberen Magnete für sich und die unteren für sich, wurden in die Mitte einer Inductionsspule (30 cm Länge und c. 4 cm Durchmesser) so eingesenkt, dass sie senkrecht gegen die Axe der Spule standen. Der Wechselstrom (20 bis 30 Volt) wurde dann eingeschaltet und die Magnete bei eingeschaltenen Strome allmählig aus der Spule gezogen. Erst dann, als die Magnete hoch über der Spule in der Richtung der Spulenaxe standen, wurde der Strom geöffnet. Jedes Magnetensystem wurde für sich in Bezug auf Entmagnetisirung mittelst Magnetometer geprüft. Die beiden Magnetengruppen wurden dann ganz in der früheren Stellung an das Messingstäbschen geklebt und zusammen nochmals in Bezug auf Entmagnetisirung geprüft Bei Aufhängen im Glascylinder stellte sich das System jetzt senkrecht gegen den magnetischen Meridian und war für Annäherung von weichem Eisen ganz unempfindlich. Bei einem Drucke von 0.1 mm wurde das System mit Magnesiumlicht bestrahlt. Auf Grund eines Versuches von SHELFORD BIDWELL [1]) erwartete ich nun, dass die Uhrfedern bei Bestrahlung mit Magnesiumlicht sich vielleicht wider magnetisiren würden. Dies war jedoch nicht der Fall. Weder die Bestrahlung des oberen, noch des unteren Uhrfedersystemes mit Magnesiumlicht verursachte eine Ablenkung. Wenigstens unterschieden sich die gemachten Ablesungen nicht mehr als 0.1 mm von einander. Dieser Unterschied rührt ja wahrscheinlich von Beobachtungsfehler her. Bis jetzt habe ich jedoch keine Gelegenheit gehabt wie BIDWELL Knallgaslicht zu gebrauchen. Anstatt dessen habe ich 10 bis 20 cm Magnesiumband in einer Entfernung von 10—20 cm von den Uhrfedern verbrannt.

[1]) Proc. Roy Soc. *45*, p. 453—455. 1889.

Bei Bestrahlung der Uhrfederstückchen mit den Strahlen der nichtleuchtenden Bunsenlampe ergab sich eine Ablenkung in demselben Sinne wie bei Bestrahlung des Messingsystemes. Auf diese Ablenkung hatte wie auch früher der Umstand durchaus keinen Einfluss, ob nur die oberen oder nur die unteren Uhrfederstückchen bestrahlt wurden.

Diese Versuche zeigen noch deutlicher als die mit den Messingstreifen, dass die Ablenkung des astatischen Magnetensystemes bei Bestrahlung wirklich die Folge einer Veränderung des magnetischen Momentes ist.

Es geht weiter aus obigen Versuchen hervor, dass die Magnete bei Bestrahlung vorübergehend erschwächt werden. Einen ganz ähnlichen Einfluss hat die Wärme auf permanente Magnete. Die durch Bestrahlung erzeugte Temperaturerhöhung scheint also die Hauptursache der Momentveränderung zu sein. Der wenigstens anfangs sehr starke Einfluss des Magnesiumlichtes spricht doch für die Annahme einer zweiten Ursache, die nicht leicht von dem Wärmewirkungen getrennt werden kann.

Diese Resultate erklären ganz natürlich den Zusammenhang zwischen den erdmagnetischen und den Sonnenfleckenperioden. Aus den Berechnungen von Ellis [1]) geht nämlich hervor, dass die Unregelmässigkeiten in der Länge der Sonnenfleckenperiode fast vollständig gleichzeitig mit den entsprechenden Unregelmässigkeiten der magnetischen Periode auftreten. Aus dieser, auf die Greenwicher Beobachtungen von den Jahren 1841—1896 sich stützenden Untersuchung, sieht man z. B., dass ein Sonnenfleckenminimum oder -maximum fast immer einem magnetischen Minimum oder Maximum entspricht.

---

[1]) Proc. Roy Soc. Bd. 63. S. 64—78, 1898.

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ.

TOM. XXVI. № 9.

Beiträge zur Dipteren-Fauna Sibiriens

Nordwest-Sibirische Dipteren

gesammelt

vom Prof. John Sahlberg aus Helsingfors im Jahre 1876

und

vom Dr. E. Bergroth aus Tammerfors im Jahre 1877

Bearbeitet

von

Th. Becker

in Liegnitz.

Einen kurzen Bericht über die gleichzeitig mit der Nordenskiöld'schen Expedition 1876 unternommene Reise bis in die arktische Region der Flussthäler des Ob, Irtisch und des Jenissei hat Herr Professor J. Sahlberg in der Deutschen Entomol. Zeitschrift 1877 pag. 270—72 gebracht und über die von ihm gesammelten Hemipteren und Coleopteren in den Kongl. Svenska Vetenskaps Akademiens Handlingar 1878 und 1880 Beschreibungen und Verzeichnisse veröffentlicht; die ebenfalls von dort mitgebrachten Dipteren sind bislang einer näheren Untersuchung nicht unterzogen worden. Ein Jahr darauf unternahm Herr Dr. Bergroth eine Reise in die Flussthäler des Irtisch und Ob, von Tobolsk aus sromabwärts über Samarovo nach Beresov und Obdorsk mit einem Abstecher längs des Flusses Sosva bis Sortinge; auch er sammelte auf dieser Reise eine Anzahl Dipteren. Eine Durchsicht dieser Funde verschaffte mir die Ueberzeugung, dass eine Bekanntgebung derselben lohnend sein und auch von weiteren Kreisen mit Interesse entgegen genommen würde; auf Wunsch genannter beider Herren habe ich mich daher der Untersuchung und Bestimmung dieser Dipteren unterzogen; über die von ihm gesammelten Nematoceren, Tachinarien und Anthomyiden will Herr Dr. Bergroth jedoch in einem besonderen Aufsatz berichten.

Die Litteratur über Sibirische Dipteren ist, entsprechend den bisherigen Funden nicht allzureich; immerhin ist doch schon eine Reihe von Arbeiten erschienen, von Middendorf, Staeger, Boheman, Holmgren, Loew, Zetterstedt u. a. m., so dass wir uns ein ungefähres Bild von dem Charakter der Fauna wohl entwerfen können. Indem ich nachstehend ein Verzeichnis der von mir bei der Bestimmung benutzten Werke gebe, füge ich noch hinzu, dass ich alle mir irgend zweifelhaften Arten auch noch einer Vergleichung mit den in Zetterstedt's Sammlung vorhandenen Lappländischen Typen unterzogen habe.

Liegnitz, 1 September 1899.

Th. Becker.

Litteratur.

Dr A. Th. v. Middendorf's Reise in den äussersten Norden u. Osten Sibiriens während der Jahre 1843 u. 44. Band II. Zoologie. Insekten, bearbeitet von E. Ménétriés u. Erichson. St. Petersburg 1851. Diptera — 18 Arten; ferner die von Baer an der Küste des Russ. Europ. Eismeeres gesammelten Dipteren — 6 Arten.

Zetterstedt. Insecta Lapponica 1838—40. Diptera Scandinaviae 1842—1860.

Staeger. Grönland's Antliater. Naturh. Tidskrift af Kröijer 1845. 55 Arten.

Holmgren. Insekter från Nordgrönland. Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akadem. Förhandl. Stockholm 1872. — 40 Arten.

Aug. E. Holmgren. Dipteren von Novaja-Semlja. Entomologisk Tidskrift v. Jakob Spångberg. Stockholm 1880—81 Arten.

Aug. Emil Holmgren. Bidrag till kännedom om Beeren Eilands och Spetsbergens Insekt-Fauna. Diptera. Stockholm 1869. Kongl. Svenska Vetensk. Akad. Handl. Band VIII. N:o 5.

Der Herr Verfasser giebt ausser Aufzählung und Beschreibung der 71 theilweis neuen Arten eine alphabetisch geordnete tabellarische Uebersicht; ferner eine kritische Zusammenstellung der vom Prof. Boheman 1865 beschriebenen 20 Arten aus Spitzbergen; er sagt, Boheman habe zur Bestimmung schlecht conservirtes Material gehabt; er weist ihm verschiedene Irrthümer nach und berichtigt die Bestimmung.

Boheman. Spetsbergens Insekt-Fauna. Öfversigt af Kongl. Vet. Akad. Förh. för år 1865, pag. 563. — 20 Arten.

H. Loew. Europ. Dipteren I, II, III.

H. Loew. Stettin. Ent. Zeit. 1840. 4 Arten. 1847. 6 Arten. 1848. 3 Arten. 1850. 4 Arten.

H. Loew. Wien. Ent. Monatsschr. 1858 und 1864 vier Arten.

H. Loew. Neue Beiträge II. 1854. 10 Arten. IV 1 art. V 1 Art.

Motschulsky. Dipteren vom Amur.

Gimmerthal. Uebersicht d. Zweifl. Livl. u. Kurl. Bulletin d. k. Naturf. Ges. zu Moskau 1842.

Gimmerthal. Beitrag zu einer Dipterologie Russlands. Bulletin de Moscou 1845—47.

Portschinsky. Matériaux pour servir à une faune diptérologique de la Russie.

Portschinsky. Déscriptions de quelques diptères de la Sibérie orientale.

Portschinsky. Diptera europaea et asiatica nova aut minut cognita. I, II, III, IV.

Fr. Brauer. Zweiflügler. Tabaniden 9 Arten.

Th. Becker. Revision der Gattung Chilosia Mg. 1894. — 15 Arten.

Th. Becker. Dipt. Stud. I. Scatomyzidae. Berl. Ent. Z. 1894. 2 Arten.

Th. Becker. Beitrag zur Dipteren Fauna von Nowaja-Semlja. Annuaire du Musée zoolog. de l'Acad. Imp. des sc. St. Pétersbourg. 1897. 396—404. 9 Arten.

Diptera orthorhapha-nematocera.

Rhyphidae.

1. **Rhyphus punctatus** Fbr. Mantissa ins. II. 333. 10 (1787).
Ein Weibchen aus Jeniseisk (Sahlberg).

Culicidae.

2. **Culex sp.?** Ein Weibchen aus Jeniseisk (Sahlberg).
Brauner Thorax mit 3 dunkleren Streifen, gelbbraun mit schwarzen Ringrändern, weissgelb behaart. Rüssel und Taster gelb, ersterer an der Spitze swarz. Beine braungelb. Flügel farblos. 5 mm. lang.

Diptera orthorhapha brachycera.

Stratiomyidae.

3. **Beris fuscipes** Mg. ♂. Syst. Beschr. II. 6. 11 (1820).
Ein Männchen am Ivanov'schen Kloster (Bergroth).

4. **Odontomyia argentata** Fbr. ♀. Ent. syst. IV. 266. 15 (1794).
Ein Weibchen aus Jeniseisk (Sahlberg).

Tabanidae.

5. **Therioplectes borealis** Lw. Verh. d. Zool. bot. G. VIII. 586. 13.
Ein Weibchen aus Sorebugorski (Bergroth).
Ein Weibchen aus Dudinka (Sahlberg).

6. **Therioplectes punctifrons** Whlb. Conspect. Actor. Acad. Holm. 1848. 200. 9. Zett. Dipt. Sc. VIII. 2939. 16—17. ♂.
Ein Weibchen aus Troitski (Bergroth).

Diese Art ist bisher nur im männlichen Geschlecht bekannt geworden. Fr. Brauer erwähnt in seiner Monographie der Tabaniden ebenfalls dieser Art und setzt punctifrons Wahlb. ♂ mit einem Fragezeichen als angehörig zu confinis Zett. ♀ und nigricornis Zett. Ich habe punctifrons Whlb. ♂ allerdings nicht gesehen, kenne aber confinis Zett. ♀. Nach Vergleichung beider Arten bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, dass das hier vorliegende Weibchen aus Troitski zu punctifrons Whlb. gehört; das Männchen hat 2 schwarz behaarte Flecken auf der Stirn, das Weibchen 2 grosse glänzende Flecken und passt im Uebrigen ganz zu Zetterstedt's Beschreibung. Th. punctifrons ist die kleinere, confinis die grössere Art. Beide Arten sind wenn auch ähnlich, so doch sicher nicht identisch; auch Zetterstedt's Typen von nigricornis, die ich vergleichen konnte, stimmen nicht mit punctifrons überein.

Weibchen. Stirnstrieme grau mit ziemlich langen nach Vorne geneigten schwarzen Haaren; die Seitenränder convergiren etwas nach den Fühlern hin; die Strieme ist c:a $2^1/_2$ mal so lang als unten breit; die glänzend schwarze Augeneckenschwiele hat die Form eines Trapezes, dessen längere Seite unten von Auge zu Auge reicht, das sich dann nach Oben hin verschmälert und mit der mittleren Stirnstrieme fast zusammenstösst; letztere ist lanzettförmig erhaben, liegt aber auf einem grossen schwarzen ovalen Flecken und dicht unter der kastanienbraunen Ocellenschwiele, die ebenfalls auf schwarzem Grunde steht. Das glänzende, durch eine Mittelfurche tief eingeschnittene Stirndreieck hat eine dunkelkastanienbraune Färbung. Die beiden ersten Fühlerglieder sind schwarz mit grauer Bereifung, das zweite ist nur wenig kappenförmig vorgezogen; das dritte rothbraun mit kurzem verdunkeltem Griffel, die obere Ecke des Fühlergliedes wenig vortretend, stumpfwinklig. Die Wangen tragen oben einige schwarze, im Uebrigen weissgraue Haare. Taster weissgelb, das letzte Glied kurz und stark verdickt, an der Wurzel etwas gebogen, sonst grade, und spitz verlaufend, kaum dreimal so lang als in der grössten Ausdehnung breit, an der Wurzel weisshaarig; nach der Spitze zu mit kurzen

schwarzen Haaren. Die Augen sind ziemlich stark graugelb behaart und zeigen 3 deutliche Purpurbinden. Oberrand des Hinterkopfes nur mit kurzen fahlgelben Haaren. — Thorax etwas glänzend, auf der Oberseite mit der Spur von 3—4 grauen Längsstreifen, mit greisen und schwarzen Haaren bedeckt; Brustseiten ebenso behaart. Hinterleib etwas glänzend schwarz mit einer dreireihigen grauen Fleckenanordnung; die seitlichen sind breiter als auf der Mitte; auf dem zweiten und dritten Ringe stehen sie auf rothem Grunde; die mittleren Flecken sind klein dreieckig und stehen mit den grauen Hinterrandssäumen in Verbindung; die Seiten des ersten Ringes sowie alle grauen Flecken sind hell-, die übrigen Flächen dunkelbehaart. Auf dem schwärzlich grauen Bauche treten die rothen Flecken des zweiten und dritten Ringes, sowie die Hinterrandssäume der Ringe weit stärker hervor als auf der Oberseite. Schwinger kaffebraun, an der Spitze etwas heller. Beine schwarz mit rothgelben Knieen und Schienen, jedoch sind letztere an den Vorderbeinen an der Spitze verdunkelt. — Die Flügel sind etwas angeräuchert namentlich an den Queradern und an der Gabel der dritten Längsader, die mit einem kurzen rücklaufenden Ast versehen ist. Länge des Körpers 14, Breite des Kopfes $4^1/_2$ mm.

7. **Therioplectes confinis** Zett. Dipt. Sc. I. 118. 19. ♀.

Eine Art, die mit der vorigen einige Verwandtschaft zeigt; sie hat aber eine weit schmälere Stirn, einen anders gefärbten Hinterleib und einen grösseren Körper, was Zetterstedt ebenfalls angiebt.

Weibchen: Die Augen sind dicht graugelb behaart mit 3 deutlichen Purpurbinden; die Stirnstrieme ist grau, nur wenig verjüngt, $3^1/_2$—4 mal so lang als unten breit; die Augeneckenschwiele kastanienbraun mit schwarzen Rändern, halbkreisförmig; sie berührt kaum die Augenränder; die mittlere Schwiele ist linienförmig, schwarz; sie berührt mit ihrer unteren Spitze die Augeneckenschwiele, steht aber getrennt von der oberen kastanienrothen Ocellenschwiele; die Haare der Stirnstrieme sind oben schwarz, unten weiss. Das Stirndreieck ist bei 2 Exemplaren glänzend und dunkel kastanienbraun, in der Mitte und im Gegensatz zu der vorigen Art nur durch eine feine Mittellinie getheilt; bei dem dritten Exemplar ist das Stirndreieck nicht abgerieben, sondern grau bestäubt, im Uebrigen sind aber keinerlei Unterschiede bemerkbar. Die Fühler sind roth; die Spitze des dritten Gliedes und der sehr kurze nur halb so lange Griffel schwarz, die beiden ersten Glieder grau bereift, schwarz- und weiss gemischt behaart, das dritte mit nur wenig vortretendem stumpfwinkligem Höcker. Backen und Wangen sind lang weisslich behaart. Die Taster sind

weissgelb und am Grunde ziemlich dick; das erste Glied derselben grau, das dritte stark gekrümmt und c:a $3^1/_2$ mal so lang als dick, an der Basis mit langen weissen, an der Spitze mit kurzen weissen und schwarzen Härchen bedeckt. — Thorax schwarz, etwas glänzend mit undeutlichen grauen Längsstriemen und verhältnismässig langen schwarzen und fahlgelben struppigen Haaren. Schulterbeulen roth; Brustseiten mit gemischter Behaarung; Schwinger schwarzbraun. — Hinterleib obenauf von der Grundfarbe des Thoraxrückens mit grossen rothgelben Seitenflecken auf den ersten 3 Ringen; die Seitenränder aller folgender Ringe sind ebenfalls rothgelb, welche Färbung mit den grauen schmalen Hinterrandssäumen in Verbindung steht; die dreieckigen Flecken auf der Mittellinie sind wenig ausgebreitet. Bauchfarbe rothgelb; der erste Ring und eine Mittellinie auf dem zweiten, sowie die 4 letzten Ringe sind bis auf die Hinterrandssäume grau bestäubt, erscheinen daher etwas dunkler; die Behaarung ist auf allen Ringen durchweg weissgelb. — Die Schenkel sind bis auf die Kniee schwarz; Schienen und Tarsen rothgelb, jedoch die Spitze der Vorderschienen und die Vordertarsen schwarz, hintere Tarsen rothbraun. — Flügel schwach rauchgrau ohne deutliche Färbung an den Queradern; die Gabel der dritten Längsader ohne Aderanhang. — Länge des Körpers ohne Fühler 16—17 mm., Kopfbreite 5—$5^1/_2$ mm.

Drei Weibchen aus Sorebugorski und Troitski (Bergroth).

8. **Therioplectes aequetinctus** n. sp. ♀.

Drei Weibchen von Plakina und Kureika (Sahlberg).

Eine Verwandte von Th. Astur Erichs.; die Unterschiede beruhen in anderer Fühlerform und Farbe, in der ganz gleichmässigen Behaarung der beiden Hinterleibsseiten sowie in anderer Färbung der Beine und der Flügel.

Weibchen: Augen kurz- aber dicht graugelb behaart mit 3 Purpurbinden. Die gelbbraune Stirnstrieme ist breit, unten etwas schmäler als oben, dreimal so lang als unten breit mit glänzend schwarzer, viereckiger, beulenartig vortretender Augeneckenschwiele, welche die Augenränder nicht ganz erreicht; darüber eine spindelförmige schwarze Schwiele, die mitunter mit der Augeneckenschwiele verbunden ist, dahingegen ist eine Verbindung mit der Ocellenschwiele nicht vorhanden; dieselbe steht isolirt und ist von glänzend schwarzer Färbung; die Haare auf der Stirnstrieme sind schwarz. Das gelbgraue Stirndreieck ist bei allen 3 Exemplaren jederseits abgerieben, so dass hier 2 durch die feine Mittellinie getrennte glänzend schwarze trapezförmige Flecken sichtbar werden. Die Fühler sind rothgelb, auch die beiden ersten Glieder, welche kurze schwarze Haare tragen; das dritte wird allmälig nach dem Griffel hin

dunkler; dieser ist schwarz, deutlich kurzer als das Glied, dessen Höcker etwas vor der Mitte liegt und rechtwinklig abgehackt ist; auf der Höckerspitze steht eine Anzahl schwarzer Börstchen. Die Taster sind lang, am Grunde sehr schmal und allmälig sehr spitz verlaufend; die grösste Breite am Grunde des letzten Gliedes beträgt ungefähr $^1/_5$ der ganzen Länge; die Farbe der Taster ist schwarzbraun, mit kurzen anliegenden schwarzen Härchen besetzt. Die Wangen tragen oben kurze braune, unten lange graugelbe Haare. — Thorax schwarz, auf dem Rücken schwach glänzend, hier und auch an den Brustseiten mit ziemlich langer gemischter graugelber und schwarzer Behaarung versehen; am Schildchen ist dieselbe jedoch überwiegend hell, weissgrau und nur an der äussersten Wurzel schwarz. Schwinger schwarzbraun. Schüppchen hell, das obere mit braunem Rande und weissen Wimpern. — Der Hinterleib ist swarzbraun gefärbt, fast ohne jeden Glanz, dicht behaart; die Farbe der Haare ist graugelb, ohne Beimengung schwarzer Haare, fast bleich messinggelb; an den heller gefärbten Hinterrandssäumen der einzelnen Ringe nehmen die Wimperhaare eine messinggelbe Farbe an, so dass sich diese Hinterrandssäumen deutlich hell von dem Untergrunde abheben. Die Seiten des ersten und zweiten Ringes zeigen eine schwach röthliche Grundfarbe; diese Flecken treten jedoch under der dichten graugelben Behaarung kaum hervor. Die Bauchplatten haben ganz dieselbe Färbung und Behaarung wie die Oberseite des Hinterleibes; die Hinterrandssäume sind jedoch am Bauche bedeutend breiter. Beine rothgelb; die Schenkelfarbe von der Wurzel bis etwa zur Mitte ist schwarz, allmälig verblassend; die Vordertarsen sind vom zweiten Gliede an etwas gebräunt; die Behaarung ist an den Schenkeln vorwiegend schwarz, im Uebrigen ganz hell. — Flügel schwach graubraun getrübt, jedoch nicht fleckenartig; die Flügelwurzel nebst Vorderrandszelle und alle Längsadern bis zur Diskoidalzelle intensiv gelbbraun; die Adern an der Spitzenhälfte braun.

Körperlänge ohne Fühler 15—16, Flügellänge 13—14, Kopfbreite $5^1/_2$ mm.

Leptidae.*

9. **Ptiolina fulva** n. sp. ♂♀ 3 Exemplare aus Beresov (Bergroth).

Die Ptiolina-Arten sind bei ihrer verhältnismässig grossen Seltenheit wenig und unzulänglich bekannt. Die Arten der verschiedenen Schriftsteller richtig zu deuten ist angesichts der meist ungenügenden Beschreibungen, die das Charakteristische entweder gar nicht oder nur theilweise hervorheben,

ein schwieriges Unternehmen. Wer die Typen nicht vergleichen kann, wird daran scheitern. Die Meigen'schen Typen mit Ausnahme seiner Spania nigra habe ich z.Zeit noch nicht gesehen; sie kommen hier auch kaum in Betracht; es wären unter seinen Atherix-Arten nur zu nennen grisea und obscura Fall.; erstere ist aber weder eine Ptiolina noch Spania, wie Strobl angenommen, sondern, worin ich Prof. Mik vollkommen beipflichte, entweder eine Symphoromyia oder Chrysopila. S. Wien. Ent. Z. 1896. 248. Dahingegen fand ich Gelegenheit, die Typen des Zetterstedt'schen und Boheman'schen Sammlung zu studieren und meine Sammlung zu ordnen; es sind dies die Arten obscura Fall., Zett., nigrina Whlb., nitida Whlb., nigra Zett.; die Art nigripes Zett. konnte ich in seiner Sammlung nicht finden. Ausserdem besitze ich in meiner Sammlung noch das Weibchen einer anderen Art, die ich vorläufig nicht zu deuten vermag; es ist dieselbe, welche Herr Prof. Strobl für obscura Fall. angesehen hat, womit sie jedoch nicht übereinstimmt. S. hierüber Ausführlicheres in meiner oben citirten Abhandlung.

Die hier von mir neu einzuführende Art, eine echte Ptiolina Zett., ist von allen bekannten leicht zu unterscheiden, da sie ganz helle Behaarung hat, während alle anderen Arten dunkel behaart sind; ausserdem sind die Beine anders gefärbt. Ich gebe als Auszug aus meiner oben citirten Abhandlung die auch dort veröffentlichte Bestimmungstabelle hier wieder, die ich nach den Typen der Zetterstedt'schen und Boheman'schen Sammlung anfertigte.

* **Anmerkung.** Ueber die Berechtigung der Gattung Ptiolina Zett. habe ich mich ausführlicher verbreitet in: „Die Formen der Leptiden im Europäisch-Asiatischen und Mittelmeer-Faunen-Gebiet" Entomologische Nachrichten von Katter, Karsch 1900.

Bestimmungstabelle

für die Arten der Gattung Ptiolina Zett.

	Dunkelbehaarte Arten. Beine von gleichmässiger Farbe . . .	1	
	Hellbehaarte Art. Beine ungleichmässig gefärbt; Schenkel schwarz, Kniee, Schienen und Tarsen gelb, letztere z. Theil schwarz. Fühlerwurzel und Wangen nackt. Thoraxrücken braungrau matt mit 3 breiten mattschwarzen Striemen		fulva n. sp. ♂♀.
1	Wurzelglieder der Fühler lang behaart	2	
	Wurzelglieder der Fühler nackt oder fast nackt. Wangen unbehaart	3	
2	Wangen langbehaart, beim Weibchen kürzer. Thoraxrücken dunkelgrau mit 3 breiten mattschwarzen Fleckenstriemen. Hinterleib mattswarz mit grauen Vorderrandsbinden . .		nigrina Whlb. ♂♀.
	Wangen nackt. Thoraxrücken mattschwarz bis braungrau mit undeutlicher Striemung, beim Weibchen mit sehr schmalen braunen Längslinien, Hinterleib ohne graue Binden. . .		nigra Zett. ♂♀.
	Thoraxrücken des Männchens matt schwarz bis schwarzbraun mit 2 undeutlichen etwas fettglänzenden schmalen Längsstreifen; beim Weibchen mattgrau mit 3 breiten braunen Längsstreifen. Hinterleib kaum etwas glänzend. Stirnbeulen mitunter etwas glänzend		obscura Fll. ♂♀.
3	Thoraxrücken des Männchens matt sammetschwarz mit 2 deutlichen glänzenden schwarzen Mittellinien und ebensolchen oft undeutlichen Seitenstreifen; beim Weibchen Thorax, Hinterleib und Stirnbeulen bis zur Querfurche stark glänzend, schwarz		nitida Whlbg ♂♀.

9. **Ptiolina fulva** ♂♀ n. sp.

Männchen: Thoraxrücken dunkel braungrau matt; auf der Mitte sieht man am Halsschild beginnend eine ziemlich breite schwarze Strieme, die aus 2 schmäleren zusammengeflossen zu sein scheint; 2 Seitenstriemen sind ebenfalls vorhanden, jedoch werden sie erst hinter der Quernaht des Rückens deutlich. Die Behaarung ist fahlgelb. Schwinger schwarzbraun. Kopf schwarz, dunkelgrau bestäubt und gelb behaart; das dritte Fühlerglied ist verhältnismässig klein, hat aber dieselbe Form wie bei allen übrigen Arten; die Wurzelglieder sind nur am äussersten Rande schwach bewimpert, sonst nackt. Wangen desgleichen unbehaart. Taster schwarz, hell behaart. — Hinterleib dunkel braungrau, ebenso gefärbt und behaart wie der Thorax; die Seiten und Hinterrandssäume der Ringe sind heller. Hüften und Schenkel bis auf die Kniee schwarzbraun; Schienen und Tarsen rothgelb, Endglieder der Tarsen

mehr oder weniger gebräunt. Flügel gebräunt, an der Wurzel gelbbraun; auf der Mitte der Flügelfläche verdichtet sich die Bräunung etwas, so dass ein schwacher Wolkenschatten mit unbestimmter Begrenzung entsteht; von den 3 aus der Diskoidalzelle ausgehenden Adern vereinigen sich 2 an der Spitze der Zelle; die Analzelle ist offen. 4 mm. lang, Flügel $3^1/_2$ mm. lang.

Weibchen: Von derselben Farbe wie das Männchen, nur etwas heller; die dunkle Mittelstrieme auf dem Thoraxrücken ist jedoch noch breiter als beim Männchen; auch die Seitenstriemen, die schon vor der Quernaht beginnen, sind deutlich und fliessen mit der Mittelstrieme zusammen. Die helleren graugelben Hinterrandssäume der Hinterleibsringe sind deutlich und von ansehnlicher Breite. Färbung der Beine und Flügel wie beim Männchen. Die Stirn hat die gewöhnliche Beulenform, welche durch eine tiefe mittlere Längsfurche und eine scharf geschnittene Querfurche entsteht; die Stirn hat eine mehr braune, das Untergesicht eine graue Färbung; das dritte Fühlerglied ist nicht grösser als beim Männchen. Die kurzen Haare des Körpers sind ebenfalls alle hell. $4—4^1/_2$ mm. lang. Flügel $4^1/_2—5$ mm. lang.

10. **Ptiolina nigrina** Whlb. Vetensk. Akad. Förh. 1854. 215.
Zett. Dipt. Sc. XII. 4594. 3.

Ein Männchen von der Insel Nikander (Sahlberg).

11. **Ptiolina obscura** Fall. Dipt. Suec. Anthr. 14. 11.
Zett. Dipt. Sc. I. 227. 1.

Ein Männchen aus Kantaika (Sahlberg).

Omphalophora n. g. Leptidarum

von *ὀμφαλός* Knopf und *φορεῖν* Tragen.

Gattungscharakter.

Von gedrungenem Körperbau, der durchaus nicht an die Gattung Leptis, sondern an Symphoromyia erinnert, wenn auch die Flügel die einer Leptis sind. Auch die Schienenbedornung und die Augen der Männchen stellen diese Gattung in die Gruppe der Ptiolina- und Symphoromyia-Arten; die Hinterschienen haben nur einen Endsporn; die Vorderschienen keinen; die Mittelschienen sind, wie bei allen Leptiden-Gattungen der paläarktischen und Mittelmeer-Fauna, mit 2 Sporen versehen. Der Körper ist kurz und struppig be-

haart. Der männliche Kopf erinnert etwas an Leptis, jedoch ist die Wölbung vorne viel stärker, auch stehen die Fühler höher am Kopf; diese haben im dritten Gliede die Form einer Leptis, die Borste ist jedoch kurz und dick wie bei Ptiolina; die Augen sind in Fühlerhöhe durch eine horizontale Theilung in 2 Hälften zerlegt, deren untererer Theil kleinere und dunklere Facetten hat, die Augen berühren sich auf der Stirn. Die behaarten Taster sind horizontal vorgestreckt, die Spitze des Endgliedes etwas nach unten gebogen; letzteres ist in beiden Geschlechtern knopfförmig verdickt und weit kürzer als bei einer Leptis, während das Wurzelglied länger ist. Um die Unterschiede von der Gattung Leptis klar zu stellen, habe ich zur Vergleichung den Kopf von Leptis notata ebenfalls abgebildet. Der weibliche Kopf hat gar keine Aehnlichkeit mit einem Leptis-Kopf; er ist vielmehr ganz einer Symphoromyia nachgebildet. Die Stirn ist sehr breit, in Fühlerhöhe etwas verengt, mit einer Quer- und Längsfurche und 2 grossen Beulen. Das männliche Hypopygium tritt, wie bei allen übrigen Gattungen, nicht stark hervor; man sieht 2 seitliche schlanke hakenförmige Organe, die sich nach der Mitte hin zangenförmig zusammenschliessen und die Geschlechtsorgane umrahmen. S. die Fig. 1. 2. 3.

12. **Omphalophora oculata** ♂♀ n. sp.

2 Männchen und 2 Weibchen aus Kantaika, Poloi u. Dudinka (Sahlb.)

Männchen: Körper von schwarzer Grundfarbe mit aschgrauer Bestäubung; auf dem Thoraxrücken eine schmal getheilte dunkelbraune Mittellinie; zu beiden Seiten eine breitere Seitenstrieme, die aus je 2 durch die Querfurchung des Thorax getrennten Flecken besteht. Die Behaarung des Thoraxrückens ist zerstreut, fast struppig, schwarz; die Brustseiten sind einfach aschgrau und nackt. Schwinger gelbbraun mit dunklerem Knopf; vor den Schwingern fehlt ebenso wie bei den Ptiolina-Arten, der Haarschopf, den wir bei Leptis, Atherix, Symphoromyia u. Chrysopila als Schutz des unmittelbar daneben liegenden Stigma's finden. Kopf stark gewölbt mit grossen halbkreisförmigen Augen, die sich unmittelbar unter dem Punktaugenhöcker in einem Punkte berühren. Hinterkopf aschgrau mit weissem Kinnbart. Die Fühler sitzen ungefähr in halber Höhe des Kopfes und sind schwarz; die dicke Borste des dritten kurz-zwiebelförmigen Gliedes ist nicht viel länger als die Fühler selbst. Taster wie die Fühler schwarz, lang behaart. Untergesicht ungefähr von der Bildung wie bei den Leptis-Arten, grau bestäubt und nackt. Hinterleib einfach aschgrau mit kurzen zerstreut stehenden weissen Haaren, denen nur wenige schwarze beigesellt sind. Das was von den Genitalien sichtbar

ist, besteht aus 2 mittleren Lamellen, die umfasst werden von 2 rothbraunen glänzenden hakenförmigen Zangen. Hüften und Schenkel sind bis auf die Spitze aschgrau bestäubt und von dunkler Grundfarbe, im Uebrigen sind die Schienen und Tarsen rostgelb, letztere mit brauner Spitze. Die Flügel haben die Form und Aderung einer Leptis, sie sind gross, schwach gelbbraun gefärbt mit dicken braunen Adern, die eine schwache braune Säumung zeigen; die Zellenkerne haben eine mehr weissliche Färbung. Randmal braun; die Gabelader der dritten Längsader ist an der Wurzel nur schwach gebogen, die Diskoidalzelle verhältnismässig klein; die Analzelle entweder am Rande geschlossen oder ein wenig geöffnet.

Weibchen: Dasselbe unterscheidet sich vom Männchen durch die ausserordentlich breite Stirn und die weit kleineren kreisförmigen Augen; die Breite der Stirn kommt ungefähr der halben Kopfbreite gleich; sie ist am Scheitel breiter als über den Fühlern, durch eine Längs- und Querfurche getheilt; die oberen beiden Hälften sind beulenförmig erhoben und schwarz behaart. Wangen und Backen breit. Taster gelb mit brauner verbreiterter Spitze, schwach behaart. Die Beine sind bis auf einen kleinen Theil der Schenkelwurzeln und verdunkelten Tarsen ganz rostgelb; andere Unterschiede vom Männchen sind nicht vorhanden. Körper- und Flügellänge $5^1/_2$—6 mm.

Bombylidae.

Sphaerogaster Zett. Dipt. Sc. I. 22 und 232. 30.
Zett. Ins. Lapp. 574. 1. Platygaster.

Zetterstedt stellt diese nordische Gattung unter seine Acrocerinen hinter Henops und Acrocera unmittelbar vor seine Empiden; er bemerkt I. 22. 30, dass aus der Discoidalzelle 4 Adern zum Flügelrande laufen. Zetterstedt hat sich durch die Grösse der hinteren Basalzelle, die er für die Diskoïdalzelle angesehen, täuschen lassen, auch hat er dem Umstande, dass die grossen Schüppchen, welche den Acroceriden eigenthümlich sind, bei Sphaerogaster ganz fehlen, keinen genügenden Werth beigemessen. Ueber diese Gattung habe ich in der Litteratur an anderer Stelle keinen Hinweis oder weitere Aufklärung gefunden, was in dem seltenen Vorkommen dieser Fliege seine Erklärung findet. Ich halte dies Thier weder für eine Acroceride noch für eine Empide, sondern für einen Bombylier. Das Fehlen der Diskoidalzelle steht nicht vereinzelt da, denn der Gattung Apolysis Lw (Bidrag till kännedom om Afrikas Diptera, pag. 86) fehlt sie ebenfalls.

Gattungscharakter.

Kleine nackte Art mit hochgewölbtem Thorax und tiefstehendem Kopfe, der von Vorne gesehen fast kreisförmig erscheint. Die nackten länglich geformten Augen berühren sich nicht. Fühler kurz; die Wurzelglieder sind äusserst kurz; das dritte Glied hat eine spindelförmige Gestalt mit kurzem dicken Griffel. Rüssel kurz, doch etwas horizontal nach Vorne gerichtet, schmal und messerförmig gebogen mit undeutlichen Tastern. Das Untergesicht liegt in seinem oberen Theil vertieft zwischen den Augen, springt aber in seinem unteren Theil etwas hervor; es ist über den Fühlern von der Stirn durch eine bogenförmige Kante getrennt, die nicht als Stirnbogennaht aufzufassen ist. Thorax fast nackt, auf dem Rücken ohne Streifung oder reihenförmige Anordnung der Haare. Schüppchen rudimentär, Schwinger deutlich. Hinterleib sechsringelig, nackt, ellipsoidförmig; Analanhänge klein. Beine nackt ohne auffallende Form und Behaarung; Schenkel ein wenig verdickt. Endtarsenglied mit 2 Haftläppchen. Die Flügel sind nicht gross, bemerkenswerth aber durch die Entwickelung der beiden Basalzellen und durch das Fehlen der Diskoidalzelle; die erste Längsader reicht bis zur Flügelmitte, die Hilfsader ist sehr zart aber doch noch deutlich sichtbar unmittelbar daneben; die zweite Längsader ist scheinbar nicht verhanden, meiner Ansicht nach aber doch als kleine Querader zwischen der Vorderrandzelle und der vorderen Basalzelle ausgebildet; die Randader läuft so bis zur dritten Längsader; die fünfte Längsader hat eine deutliche Biegung, die sechste ist ganz grade, die Analzelle offen; von der siebenten Längsader sieht man noch die Anfänge. Die Flügel haben an der sechsten Längsader eine deutliche Faltung. Von den Adern sind die Vorderrandsader, die erste, dritte und fünfte verdickt, die anderen zart.

13. **Sphaerogaster arcticus** Zett. ♂ Dipt. Sc. I. 233.

Ein Männchen von Jeniseisk (Sahlberg), das der Type in Zetterstedt's Sammlung vollkommen entspricht.

Männchen: Thorax und Hinterleib glänzend schwarz mit unregelmässig vertheilter, ausserordentlich kurzer kaum sichtbarer Behaarung. Kopf ebenfalls glänzend schwarz; das Gesicht ist jedoch oben unter dem bogenförmigen Rande gelbgrau bestäubt; ganz matt, unter den Fühlern aber wieder glänzend. Fühler schwarz. Brustseiten mit einer gelben Längsnaht zwischen Schulterbeule und Flügelwurzel. Schwinger braun mit weissem Knopf. Beine ganz

schwarz. Flügel wasserklar; Randader, erste, dritte und fünfte Längsader gelbbraun, die übrigen Adern farblos. $1^1/_2$ mm lang. S. die Fig. 4. 5.

Therevidae.

14. **Thereva** n. sp. ♀. Ein Weibchen aus Sorebugorski (Bergroth).

Eine grosse graubraun bestäubte verhältnismässig nackte Art mit am Rande geschlossener vierten Randzelle, sehr kurzem ersten Fühlergliede, wasserklaren Flügeln und ohne Ocellenschwielen. Ich finde nichts in den bekannten Beschreibungen, was auf diese Art passen könnte, verzichte jedoch darauf nach dem einzigen mangelhaft conservirtem Exemplar die Art neu zu benennen.

15. **Thereva lugens** Lw. ♂ Dipt. Beitr. II. 15. 9.
Ein Männchen aus Jeniseisk (Sahlberg).

Empidae.

Rhamphomyia Hffmsg. Mg. 1822.

Unter den Rhamphomyia-Arten giebt es mehrere Formen, bei denen die Diskoidalzelle, und vorzugsweise im weiblichen Geschlecht, eine abnorme Grösse erreicht und mit ihrer hinteren Begrenzung nahe an den Flügelrand tritt; dann giebt es Formen, bei denen sich die Diskoidalzelle durch Verschwinden der hinteren Querader öffnet und daher scheinbar fehlt. Es sind dies die Arten spissirostris Fll., nigripes Mg., anomalina Zett., Nordqvisti Holmgr., anomalipennis Meig., aperta Zett.; die 4 ersten Arten haben eine besonders grosse geschlossene Diskoidalzelle, die beiden anderen eine geöffnete. Dieser kleinen interessanten Gruppe kann ich noch 3 neue Arten hinzufügen.

16. **Rhamphomyia poeciloptera** n. sp. ♀.
Zwei Weibchen aus Kantaika (Sahlberg).

Obgleich nur das eine Geschlecht vorhanden ist, lässt sich diese Art doch sicher unterscheiden von den 4 anderen Verwandten: Nordqvisti Holmgr., spissirostris Fll., nigripes Mg. und anomalina Zett., welche ebenfalls schwarze Beine und mit Ausnahme von Nordqvisti Holmgr. helle Schwinger haben. Die Diskoidalzelle ist bei anomalina Zett. am grössten und liegt mit ihrem

Hinterrande dem Flügelrande am nächsten s. Fig. 6; bei spissirostris ist sie am kleinsten. Unsere Art poeciloptera hat dieselbe Form der Diskoidalzelle wie bei nigripes Mg., unterscheidet sich aber durch Fleckenzeichnung. Rh. nigripes hat keinerlei Flecken in den Flügelzellen, anomalina Zett. desgl., auch Holmgren's Art Nordqvisti hat keine gefleckte Flügel; diese werden vielmehr als: „totae fumatae" geschildert; spissirostris Fll. ziegt 2 Flecken in der dritten und vierten Hinterrandzelle; bei poeciloptera sieht man 4 solcher Flecken, in der zweiten, dritten, vierten Hinterrandzelle und in der Diskoidalzelle; letzterer fehlt jedoch bei dem einen der beiden vorliegenden Exemplare. Ausser diesen Unterschieden in der Flügelzeichnung sind aber auch noch solche in der Ausbildung der Beine vorhanden. Rh. nigripes ♀ hat an den Hinterbeinen weder an Schenkeln noch an den Schienen irgend welche hervortretende Behaarung; man kann die Beine als fast nackt bezeichnen; bei anomalina Zett. ♀ ist die Behaarung nicht viel länger; man kann sie gleichmässig kurz nennen; bei spissirostris Fll. sieht man an den Hinterschenkeln und zwar an der Spitze der Unterseite eine Reihe längerer schwarzer Haare stehen s. die Fig. (10); bei poeciloptera ist die Behaarung hell, weitläufiger aber fast auf der ganzen Unterseite der Schenkel vorhanden, ausser dem tragen die Hinterschienen auf ihrer Aussenseite eine Reihe kurzer aber deutlicher Borsten. s. Fig. (8).

Weibchen: Thoraxrücken dicht aschgrau bestäubt mit 4 deutlichen rothbraunen Längsstreifen zwischen und neben den Haarreihen; die Akrostikalbörstchen sind zweizeilig, divergirend; die Dorsocentralbörstchen stehen in 3 unregelmässigen Reihen und divergiren ebenfalls; am Schildrande sehe ich am beiden Exemplaren nur 2 Borsten. Brustseiten und Hüften matt aschgrau. Schwinger und Schüppchen hell gelbbraun, letztere mit ebensolcher Bewimperung; der Haarschopf vor den Schwingern auf der Pteropleura hat dieselbe gelbbraune Farbe. Kopf aschgrau mit schwarzer Behaarung, nur ganz unten am Kinn sieht man einige helle. Rüssel dick, grade nach unten gerichtet, $1^1/_4$ mal so lang als der Kopf, etwas kürzer als die Vorderschiene. Taster und Fühler schwarz, letztere kurz; das dritte Glied nur ca zweimal so lang als breit und nicht viel länger als die beiden Wurzelglieder zusammengenommen; die Endborste hat kaum den dritten Theil der Länge des dritten Gliedes. Hinterleib matt aschgrau mit sehr spärlicher gelbbrauner Behaarung. Beine glänzend schwarz mit wenig auffallender Behaarung. Hinterschenkel, von Oben gesehen, etwas nach aussen gebogen mit weitläufig stehenden längeren hellen Haaren auf der Unterseite; Hinterschienen auf der Aussenseite kurz beborstet. Die Mittel- und Vorderbeine haben an den Schenkeln kurze weiche und helle

Härchen; Schienen und Tarsen sind kurz schwarz behaart. Flügel fast farblos mit verlängerter Diskoidalzelle und 3—4 Flecken in den Zellen, mit gelbbraunen Adern und braunem Randmal. Körper und Flügel $4^1/_2$—5 mm. lang.

17. **Rhamphomyia omissinervis** ♂♀ n. sp.

8 Exemplare von der Insel Nikander u. Dudinka (Sahlberg).

Wir haben es hier mit einer Art zu thun, deren Flügeladerung an einer bestimmten Stelle unscheinbar und mitunter unvollständig wird. Meigen beschreibt eine solche Art anomalipennis S. B. III. 55. 27. Taf. 23. fig. 4., bei welchem Weibchen die Querader in der Diskoidalzelle fehlt. Zetterstedt veröffentlicht ausser dieser Meigen'schen Art Dipt. Sc. I. 411. 28 ♀ noch eine zweite Art aperta XIII. 5021 ♀. Von diesen beiden Arten sind bisher nur die Weibchen bekannt.

Von der vorstehenden neuen Art omissinervis sind beide Geschlechter vorhanden, deren Zugehörigkeit ohne Weiteres einleuchtet. Mit anomalipennis und aperta besteht keine Gemeinschaft. Rh. anomalipennis, die ich in Lund mit omissinervis verglichen habe, ist eine schiefergrau bestäubte Art mit 1—2-zeiligen Akrostikalbörstchen und zweizeiligen Dorsocentralbörstchen; zwischen den 3 Haarreihen liegen 2 dunkle braune Längsstreifen; am Schildrande stehen nur 2 Borsten, die Beine sind braun und ganz einfach. Die Diskoidalzelle, der auch die Querader am Ende fehlt, ist weit grösser als bei omissinervis; in der beifolgenden Figur 11 des Flügels ist die Stellung der die Diskoidalzelle begrenzenden Längsader „punktirt" angegeben; das ganze Thier ist nur 3 mm. lang. Rh. aperta befindet sich in Zetterstedt's Sammlung nicht; ich bin daher z. Zeit bei der Vergleichung auf die Zetterstedt'sche Beschreibung beschränkt; hiernach hat das Weibchen von aperta schwärzliche Flügel, einen bedeutend längeren Rüssel und ist mit $2^1/_2$ mm. Länge auch bedeutend kleiner als omissinervis. Es ist ohne Weiteres ersichtlich, dass aperta Zett. eine ganz andere Art ist.

Männchen: Thorax von glänzend schwarzer Grundfarbe mit nur schwacher weisslicher Bereifung, so dass der Rücken dadurch schwarzgrau, schwach glänzend erscheint, ohne deutliche Längsstreifen. Akrostikalbörstchen schwarz zweireihig, Dorsocentralbörstchen einzeilig. Schildchen mit 4 Borsten. Brustseiten matt schwarzgrau. Schwinger gelbbraun. Der Haarbüschel vor den Schwingern auf der Pteropleura hellfarbig. Hinterkopf und Untergesicht sind schwarzgrau. Die Augen berühren sich. Fühler schlank schwarz; das dritte Glied zweimal so lang als die beiden ersten zusammengenommen. Rüssel $1^1/_4$

mal so lang wie der Kopf hoch, ungefähr so lang wie die Vorderschiene. Die Behaarung auf dem Hinterkopfe ist oben schwarz, unten hell. Hinterleib schwarzgrau, etwas glänzend, bei durchfallendem Licht braun erscheinend mit fahlgrauer Behaarung, die an den Seitenrändern am längsten ist. Das Hypopygium hat die in der Figur 12 gegebene Gestalt mit darunter frei heraustretendem Faden; es wird gebildet von 2 Seitenlamellen a, die an der Spitze so endigen wie im Profil angegeben ist; beide Lamellen sind an ihrer Unterseite verbunden, auf der oberen Seite geschlitzt, bilden also eigentlich nur Eine buchförmig gefaltete Hülle; b sind 2 keulförmig geformte Anhängsel, die sich durch 2—3 längere isolirt stehende Haare auszeichnen; c sind 2 ovale behaarte Lamellen. — Die Beine sind schwarzbraun, glänzend mit rostgelben Kniegelenken, im Allgemeinen mit kurzer wenig auffallender Behaarung, nur an den Hinterbeinen sieht man auf der Unterseite der Schenkel einige wenige schwarze Borsten; an den Aussenseiten der Hinterschienen und namentlich auf der Spitzenhälfte längere braungelbe Haare, desgleichen an dem Hinter-Metatarsus. Flügel mit sehr schwacher braungelber Färbung, in gewisser Richtung etwas weisslich schimmernd mit der in der Figur angegebenen Aderung; die dritte und vierte Längsader sind stark gebogen; Adern hell gelbbraun, Randmal ganz unscheinbar. 4 mm. lang.

Die oben geschilderte und abgebildete Flügeladerung ist jedoch nicht bei allen Exemplaren die gleiche; es giebt eine Reihe von Exemplaren, welche eine geschlossene Diskoidalzelle haben; die Queradern an der Spitze der Zelle sind dann aber nur schwach und blass, bei einem Exemplar kaum noch sichtbar.

Weibchen: Auf dem dunkelgrau bestäubtem Thoraxrücken sieht man zwischen den Borstenreihen 2 undeutliche etwas dunklere Längslinien; die Beine haben etwas kürzere Behaarung als die Männchen, im Uebrigen ist irgend ein Unterschied nicht bemerkbar.

18. **Rhamphomyia diversipennis** ♂♀ n. sp.

3 Männchen u. 1 Weibchen aus Dudinka und Kantaika (Sahlberg). Diese Art zeigt gleichfalls eine offene Diskoidalzelle wie Rh. anomalipennis, aperta und omissinervis; ein Unterschied liegt jedoch in sofern darin, als hier beim Männchen die vierte, während dort die fünfte Längsader gegabelt erscheint; ausserdem ist aber der Körper auch ganz anders bestäubt und behaart. Das Weibchen ist in der Flügel-Aderung noch weit auffälliger verschieden s. Fig. 14—17.

Männchen: Grundfarbe glänzend schwarz, Thoraxrücken mit 3 grau bestäubten schwarzen Haarreihen, so dass 4 glänzend schwarze Streifen dazwischen

zum Vorschein kommen. Die Akrostikalbörstchen sind nur zweizeilig, nicht divergirend; die Dorsocentralbörstchen nur einreihig, grob und lang. Schildchen mit 4 Randborsten. Brustseiten matt schwarzgrau. Haarschirm auf der Pteropleura schwarz. Schwinger gelb. Schüppchen schmutzig weissbraun mit dunklem Saum. Hinterkopf und Untergesicht schwarzgrau, ganz schwarz behaart. Rüssel $1^1/_2$ mal so lang als der Kopf hoch. Fühler und Taster schwarz, erstere so lang wie der Kopf; das dritte Glied schmal, viermal so lang als an der Basis breit mit einem kurzen Griffel. Hinterleib glänzend schwarz, kaum etwas bereift, schwarz behaart. Das Hypopygium besteht aus 2 grossen Seitenklappen, welche ziemlich spitz endigen; die dicke gelbe Scheide steigt unten am letzten Ringe etwas bogenförmig empor; oben darüber sitzen zwischen den beiden Hauptklappen noch 2 lamellenartige Gebilde, das eine obere stumpf, das andere sehr spitz endigend. (Fig. 15.) Die Beine sind glänzend schwarzbraun; die Hinterbeine mit feinerer Behaarung wie in fig. 16 angegeben; die vorderen Beine sind ähnlich behaart, nur etwas schwächer; alle Haare sind schwarz. Flügel schwach gelbbräunlich mit gelbbraunen Adern und wenig hervortretendem Randmal. Körperlänge ohne Fühler reichlich 3 mm.

Weibchen: Es könnte auf den ersten Blick sonderbar erscheinen, dies Thier mit seiner wunderbaren Flügelbildung als das zugehörige Weibchen anzusehen und als solches hinzustellen. Ich vermag jedoch zu einer anderen Ansicht nicht zu gelangen. Das Weibchen ist dem vorstehend beschriebenen Männchen so auffallend gleich, dass eine andere Deutung ganz ausgeschlossen ist; nur die Beine sind, dem Geslechtscharakter entsprechend, ein wenig kürzer behaart, sonst ist nicht der geringste Unterschied zu verzeichnen; anstatt dass bei den anderen Arten beim Weibchen die Diskoidalzelle verlängert ist, ist es hier die hintere Basalzelle. Körperlänge 4 mm.. (Fig. 17).

19. **Rhamphomyia cinerascens** Mg. ♂♀ S. B. III. 48, 12.
7 Exemplare von der Insel Nikander (Sahlberg).

20. **Rhamphomyia albipennis** Fall. ♂ Emp. 30, 36.
Meig. S. B. III. 59, 35.
Ein Männchen von Kantaika (Sahlberg).

21. **Rhamphomyia tenuiter-filata** ♂♀. n. sp.
Ein Männchen nebst 2 Weibchen aus Kantaika und von der Insel Nikander. (Sahlberg).

Männchen: Thoraxrücken glänzend schwarz ohne Bestäubung. Die Haarreihen sind ausserordentlich fein, kurz und weich von weisser Farbe; Akrostikalbörstchen unregelmässig 2—3-zeilig; Dorsocentralbörstchen zweireihig, vorne stehen seitlich noch überzählige Haare; am Schildrande 2 Hauptborsten nebst 2 kleineren. Brustseiten matt schwarz. Schwinger hell; Schüppchen bräunlich mit hellen Wimpern. Der Haarschopf vor den Schwingern ebenfalls hell. Hinterkopf und Untergesicht glänzend schwarz, kaum etwas matt bereift; am oberen Theil des Kopfes sind die spärlichen Haare schwarz, am unteren weisslich. Rüssel etwas länger als der Kopf und $^3/_4$ der Vorderschienenlänge. Taster und Fühler schwarz; drittes Glied ohne Griffel dreimal so lang als an der Wurzel breit, doppelt so lang als die beiden ersten Glieder zusammengenommen. Hinterleib glänzend schwarz, weiss behaart; auch die längeren Randhaare am letzten Ringe sind hell. — Das grosse Hypopygium (s. Fig. 18.) besteht aus 2 langen schaufelförmig vorgestreckten fein und hell behaarten Lamellen und 2 ähnlich gebildeten taschenmesserartig darüber zurückgeklappten Organen; die Länge des Hypopygiums kommt der von 4 Ringen gleich; bemerkenswerth ist die Feinheit des dazwischen liegenden gebogenen Fadens, der am letzten Ringe seinen Ursprung nimmt. Die Beine mit Ausnahme der Hüften sind glänzend kastanienbraun; der Hintermetatarsus ist stark verdickt und auf seiner Hinterseite, namentlich an der Endhälfte mit langen schwarzen Haaren dicht borstlich besetzt; auch das zweite Tarsenglied ist noch etwas verdickt und ähnlich so behaart wie das erste; das dritte hat die normale Stärke, während die beiden letzten Glieder auffallend dünn sind. Schienen und Schenkel der Hinterbeine entbehren jeder auffälligen oder auch nur längeren Behaarung. (s. Fig. 19). Mittel- und Vorderbeine sind von ganz einfacher Form und Behaarung; letztere ist mit Ausnahme der Behaarung an den Hintertarsen hell. Flügel an der Wurzel bis zur Diskoidalzelle farblos, im Uebrigen schwach gebräunt mit hellbraunen Adern und Randmal. Körperlänge mit Hypopygium $4^1/_2$ mm.

Weibchen: Die Härchen auf dem Thoraxrücken sind so kurz und fein, dass nur noch ihre Wurzelstellen als Punkte sichtbar sind; bei einem der Exemplare liegt über den Haarreihen ein matter Hauch, der fast streifenartig auffällt. Die Behaarung der Beine ist an und für sich nur sehr kurz, immerhin aber doch auch am dem hintersten Paar und namentlich am Metatarsus, entsprechend der des Mannes, stärker als an den übrigen Beinen. Die Flügel sind stärker gefärbt als beim Männchen; sie sind deutlich gebräunt, an der Wurzel aber auch bis zur Diskoidalzelle fast farblos. 4 mm. lang.

Rh. filata Zett. 392. 4. ist eine ganz andere Art. Aehnlichkeit ist aber vorhanden mit der gleichfalls nordischen Art caudata Zett. I. 417. 35. Auch diese ist glänzend schwarz, etwa 5 mm. lang; das Hypopygium ist analog gebildet, hat aber noch charakteristischer geformte Lamellen mit dem gleich langen Faden. Die Beine sind aber anders gebildet und behaart; an den Hinterbeinen ist der Metatarsus nicht verdickt, ausserdem sind die Hinterschienen auf ihrer Aussenseite lang behaart, ferner haben beide vordere Beinpaare auffallend lange Behaarung an Schienen und Metatarsen. Desgleichen ist eine Vergleichung geboten mit Rh. Nordqvisti Holmgr. Ins. Nov. Seml., eine Art, die einen ziemlich glänzend schwarzen Thoraxrücken hat und bei der der Hinter-Metatarsus ebenfalls verdickt ist; abweichend von unserer Art sind jedoch: die dunkelbraunen Schwinger, die verlängerte Diskoidalzelle des Weibchens und der stark beborstete Thoraxrücken.

22. **Rhamphomyia alpina** Zett. Dipt. Sc. I. 416. 35.

Ein Männchen aus Kantaika (Sahlberg).

Eine grosse schwarze wenig bestäubte, schwach beborstete Art mit schwarzbraunen Schwingern, bräunlichen an der Wurzel gelbbräunlichen Flügeln und weit geöffnetem Hypopygium.

Männchen: Glänzend schwarz. Thorax mit dunkelgrauer Bestäubung, welche den Glanz der Grundfarbe nicht ganz verdeckt; die 3 Haarstriemen sind schwärzlich und heben sich, wenn auch nicht stark, so doch noch deutlich als dunklere Striemen ab. Die Akrostikalbörstchen sind zweizeilig, die Dorsocentralbörstchen 2—3-reihig. Schildrand mit 6 grösseren und 4 kleineren Borsten. Brustseiten und Hüften schwarzgrau bestäubt, aber noch etwas glänzend. Schüppchen bräunlich, schwarz bewimpert. Schwinger schwarzbraun; Haarschirm davor schwarz. Hinterleib glänzend schwarz mit wenig sichtbarer Bereifung; die Behaarung desselben ist wie die des ganzen Körpers schwarz. Das Hypopygium ist unten weit klaffend, oben mit 2 flachen über einander angeordneten schwarzen Lamellenpaaren, zwischen denen sich der von unten hervorsteigende gelbe Penis in geknickter Bogenstellung bewegt und als feiner Faden endigt. Fühler, Taster, Rüssel schwarz; erstere schlank, das dritte Glied ohne Griffel reichlich dreimal so lang als an der Wurzel breit und ca. $1^1/_2$ mal so lang als die beiden ersten Glieder zusammen; der Griffel hat die halbe Länge des dritten Gliedes, der Rüssel ungefähr die Länge der Kopfhöhe und $^3/_4$ der Vorderschienenlänge. Die Beine sind ganz schwarz und nur schwach beborstet. Vom Hinterbeine gebe ich die Darstellung; die Mittelbeine haben ungefähr dieselbe Beborstung und Behaarung, jedoch treten an

den Aussenseiten der Schienen die Borsten deutlicher hervor. An den Vorderbeinen ist die Beborstung noch schwächer; hier zeichnen sich jedoch die Schienen und Tarsen auf ihrer Innenseite aus durch dichte, kurze fast sammetartige geschorene sehr feine Behaarung. Flügel gelbbräunlich, namentlich an der Wurzel mit dunkelbraunem Randmal. $7^1/_2$ mm. lang. Flügel $6^1/_2$ mm. lang. (s. Fig. 20—21).

23. **Rhamphomyia tripes** n. sp. ♂.

Ein Männchen aus Dudinka (Sahlberg).

Mattschwarzer Thoraxrücken, von der Seite gesehen mit seidenartig schimmernder feiner graugelber Bereifung und undeutlicher Streifung, bei der die mittlere Haarreihe heller erscheint als die haarlosen Streifen. Behaarung sehr fein und schwarz; Akrostikalbörstchen in 2 etwas divergirenden Reihen. Dorsocentralborsten in 2—3 unregelmässigen Reihen. Schildchen mit nur 2 Borsten. Schulterbeulen und Brustseiten aschgrau bereift. Schwinger schmutzig hellbraun, Schüppchen weiss und hell bewimpert. Haarschirm weisslich. Kopf mattschwarz mit ziemlich weit aus einander stehenden Augen; die Stirn schimmert, von der Seite gesehen, grau. Fühler und Taster schwarz; das dritte Fühlerglied ist kurz und verhältnismässig plump, ohne Griffel nur zweimal so lang als an der Wurzel breit; der plumpe Griffel hat höchstens den dritten Theil des dritten Fühlergliedes zur Länge. Der Rüssel ist so lang wie der Kopf hoch, er erreicht c:a $^3/_4$ der Länge der Vorderschiene. Hinterleib mit aschgrauer Bereifung namentlich an den Seiten und mit gelbbrauner Behaarung. Das Hypopygium ist unten geöffnet; zwischen den unteren kleinen dreieckigen Seitenlamellen kommt der dicke schwarze, sich peitschenartig verjüngende gekrümmte Penis hervor; die obere Lamelle ist lang und schmal, mit ihr verbunden und über ihr liegt eine zweite, die sich auch mit einer Hälfte dem Hinterleibsrücken anschmiegt; s. Fig. 22. Die Behaarung am Hypopygium ist gelb. Die schwarzen Beine zeichnen sich dadurch aus, dass alle 3 Paare verdickte Metatarsen haben; an den Hinterbeinen (s. Fig. 23) ist diese Verdickung am schwächsten; die Hinterschenkel sind auf der Wurzelhälfte dünn, an der Spitzenhälfte etwas geschwollen und oben gegen das Ende charakteristisch schwarz behaart, während an der Unterseite nur vereinzelt längere helle Härchen stehen; die Hinterschienen sind schwach keulförmig verdickt, die Innenseite ist kurz aber dicht bewimpert, die Hinterseite namentlich gegen das Ende zu mit längeren Haaren besetzt, desgleichen der Metatarsus, der länger ist als die halbe Schiene. An den Mittelbeinen sind die Schenkel nicht unregelmässig verdickt, vielmehr von gewöhnlicher Form und

fast ganz nackt; die Schienen sind kurz und plump, auf der Innenseite etwas wimperartig behaart; an der Hinterseite stehen längere Haare nur an der Spitze; der Metatarsus ist etwas dicker als das Schienenende, c:a $2^1/_2$ mal so lang als dick und namentlich an den Aussenseiten stark schwarz behaart, er ist wesentlich dicker als der Metatarsus der Hinterbeine; auch das zweite Tarsenglied ist noch etwas verdickt. Die Vorderbeine haben ungefähr dieselbe Bildung wie die Mittelbeine, nur weit schwächer behaart. Die Flügel sind nur wenig gefärbt, sie haben nur einen sehr schwach gelbbraunen Ton; die Adern sind gelbbraun, das Randmal braun; die Diskoidalzelle ist für ein Männchen sehr gross; es lässt darauf schliessen, dass das zugehörige Weibchen eine auffallend erweiterte Diskoidalzelle haben wird. 5 mm lang.

Es könnte die Vermuthung auftauchen, dass das Weibchen von poecilopteru, das eine stark erweiterte Diskoidalzelle hat, zu diesem Männchen gehöre; die Färbung der Flügelzellen würde nicht dagegen sprechen, da diese nur bei den Weibchen aufzutreten scheint (wenigstens ist das bei der verwandten spissirostris der Fall); auch würden die Fühler in ihrer Länge und Kürze so ziemlich übereinstimmen; die ganz anderen Bestäubungs- und Färbungsverhältnisse des Thoraxrückens lassen jedoch eine solche Deutung nicht zu.

* **Anmerkung.** Auch mit den von Holmgren in seinen Diptera von den Inseln Waigatsch u. Novaja-Semlia 1880 beschriebenen Rhamphomyien: Hovgaardii, Brusewitzii, Kjellmanii u. Nordqvistii ist Uebereinstimmung nicht vorhanden. Die einzige Art, bei der die Beschreibung gewisse übereinstimmende Anhaltspunkte aufweist, ist die erstgenannte Hovgaardii Holmgr. Herr Professor Christ. Aurivillius hatte die Güte, auf Grund der von mir angefertigten Zeichnung von Rh. tripes durch Vergleichung festzustellen, dass bei Rh. Hovgaardii sowohl Beine wie Hypopygium ganz abweichend gebildet sind.

24. **Rhamphomyia albipennis** Fall. Zett.

Ein Pärchen aus Dudinka und Kantaika (Sahlberg).

Eine kleine graubestäubte Art mit milchweissen Flügeln, weissen Schwingern und einfachen Beinen (mit Zett. Typen verglichen).

Männchen: Thoraxrücken aschgrau bestäubt ohne deutliche Längsstriemen mit schwachen zweireihigen Akrostikalbörstchen und Dorsocentralbörstchen. Schwinger hellgelb, Schüppchen schmutzig weiss, mit braunen Wimpern; 4 Schildborsten. Haarschirm von brauner Farbe. Hinterleib aschgrau bereift mit schwarzer Behaarung. Hypopygium offen, nicht stark entwickelt, mit steil nach oben gerichtetem geknicktem Penis; die ihn einschliessenden Lamellen sind nur klein, an der Spitze behaart. Kopf von der Farbe des Thorax. Fühler und Taster schwarz; das dritte Fühlerglied ist dreimal so lang als an der Wurzel breit und dreimal so lang als der Griffel; Rüssel etwas kürzer als die Vorderschiene. Beine dunkelbraun mit gelben Kniegelenken; die schwarze

Behaarung der Beine ist nur schwach ausgebildet; nur an den Hinterseiten der Schienen stehen einzelne Börstchen während die Unterseite gleichmässig lang bewimpert ist. Die vorderen Beine haben noch kürzere Behaarung und Beborstung. Die Flügel sind milchweiss mit hellgelbbraunen Adern und ganz unscheinbarem Randmal. 3—3½ mm. lang. (s. Fig. 24 u. 25).

Weibchen: Dasselbe unterscheidet sich nur durch schwächere Behaarung.

25. **Rhamphomyia tipularia** Fall. Emp. 27. 28.
Zett. Dipt. Sc. I. 411. 29.

Ein Weibchen aus Kantaika (Sahlberg).

Die nachstehend aufgeführten 4 Rhamphomyia-Arten sind in Zetterstedt's Sammlung und Beschreibung nicht vertreten; sie werden daher wahrscheinlich bisher unbekannten Arten angehören. Ich gebe die Beschreibung, verzichte aber mangels der angehörigen Männchen darauf sie zu benennen.

26. **Rhamphomyia** sp.? ♀.

2 Weibchen aus Kantaika (Sahlberg).

Thoraxrücken glänzend schwarz mit sehr feiner weicher Behaarung und ohne streifenartige Zeichnung; die Akrostikalbörstchen stehen in 2, die Dorsocentralbörstchen in 3—4 unregelmässigen Reihen. Die Haare sind sehr zart, grösstentheils schwarz, an den Seitenrändern und vorne jedoch fahlgrau. Schildchen mit 4 deutlichen schwarzen Borsten. Brustseiten und Schulterbeulen deutlich dunkelgrau bestäubt; Schüppchen hell gelbbraun, weiss bewimpert. Schwinger und der Haarschirm vor denselben von der gleichen Färbung. Hinterleib schwarz, etwas grau bestäubt mit gelbgrauer Behaarung. Hinterkopf und Stirne mattgrau, ersterer oben schwarz-, unten hell- behaart. Fühler und Taster schwarz, die ersteren schlank; Rüssel lang, ungefähr doppelt so lang als der Kopf hoch, etwas länger als die Vorderschiene. Beine glänzend schwarz; Hüften dicht grau bestäubt, weissgrau behaart; die Behaarung der Beine ist ausserordentlich kurz; an den Hinterschenkeln ist die weichere Behaarung hell, im Uebrigen schwarz. Flügel gross, deutlich gelbbraun gefärbt, die dritte Längsader stark gebogen.

Länge des Körpers 6, der Flügel 6 mm.

27. **Rhamphomyia** sp. ♀. Ein Weibchen vom Obi-Fluss (Sahlberg).

Von schwarzer Grundfarbe und durchweg schwarzer Behaarung, mit dunkelgrauer Bestäubung, welche einen Glanz kaum durchlässt. Die Haarreihen des Thoraxrückens haben eine etwas dunklere Grundfarbe, ohne jedoch

sich als deutliche Streifen darzustellen. Die Akrostikalbörstchen stehen in 2 Reihen, schwach divergirend, die Dorsocentralbörstchen in 2—3 deutlich divergirenden Reihen; am Schildrande stehen 6 Borsten. Die Brustseiten sind dicht aschgrau bestäubt. Die Behaarung auf dem Thoraxrücken ist verhältnismässig sehr lang. Schüppchen gelbbraun, schwarz bewimpert. Schwinger schwarzbraun mit hellerem Stiel. Haarschirm auf der Pteropleura schwarz. — Kopf ganz schwarzgrau, schwarz behaart. Fühler, Taster und Rüssel schwarz; das dritte Fühlerglied ist sehr lang, fast fünfmal so lang als an der Basis breit; der kurze Griffel hat nur den dritten Theil von dessen Länge; der Rüssel ist kurz, halb so lang wie die Vorderschiene. Hinterleib kurz, dicht graubraun bestäubt und schwarz behaart. Beine glänzend schwarzbraun mit verdickten Schenkeln der beiden Vorderbeine und verbreiterten gekrümmten Schenkeln der Hinterbeine. Die schwarze Behaarung an den Vorderbeinen ist namentlich auf der Unterseite der Schenkel und der Vorderseite der Schienen lang und kräftig; die Mittelschenkel sind oben und unten schuppig beborstet; die Hinterschenkel sind breit, flachgedrückt und, von oben besehen, nach aussen gebogen; sie tragen auf ihrer Oberseite dichte und kurze schuppige Franzen wie die Mittelschenkel; die Unterseite ist nur an der Wurzel etwas behaart, sonst nackt. Die Hinterschienen sind flach und breit, in der Mitte mit einer Längsfurche, die Hinterseite beborstet und etwas schuppig befranzt. (s. Fig. 27). Die Flügel sind lang, etwas fleckig gebräunt und mit braunen Adern und Randmal. Die Diskoidalzelle liegt in der Mitte, jedoch der Flügelspitze etwas näher als der Flügelwurzel; eine unbestimmt verlaufende schwache Bräunung sammelt sich an den die Diskoidalzelle einschliessenden Adern und an der Spitze der hinteren Wurzelzelle. Körperlänge $5^1/_2$, Flügellänge 6 mm.

28. **Rhamphomyia** sp. ♀. Ein Weibchen aus Kantaika (Sahlberg).

Kleine matt schiefergraue Art mit braunen, an der Wurzel milchweissen Flügeln, weissen Schwingern und schwarzbraunen Beinen; schwarz behaart. Akrostikalbörschen zwei-, Dorsocentralbörstchen dreizeilig; letztere stehen auf etwas gebräuntem Grunde, so dass 2 schwache braune Längsstreifen in die Erscheinung treten. Brustseiten wie der Thoraxrücken bestäubt. Schüppchen hellbraun mit schwarzen Wimpern, Schwinger schmutzig weiss, Haarschirm schwarz. Hinterleib von der Farbe des Thorax mit kurzen schwarzen Haaren. Fühler und Taster schwarz; das dritte Fühlerglied ist ziemlich gross und breit, c:a $2^1/_2$ mal so lang als an der Wurzel breit mit sehr kurzem Griffel, der nur ungefähr $^1/_6$ der Länge des dritten Gliedes besitzt. Rüssel

so lang wie der Kopf hoch. Beine schwarzbraun, zart und schlank mit ganz unscheinbaren schwarzen Börstchen und Haaren. Flügel von der Wurzel bis zur Diskoidalzelle milchweiss, der übrige Theil braun; die Vorderrandpartie bis zur dritten Längsader gesättigter braun. 3 mm lang.

29. **Rhamphomyia** sp. ♀. Ein Weibchen von der Insel Nikander (Sahlberg).

Eine mittelgrosse schwarze Art mit gebräunten Flügeln und mit schuppenartig behaarten hinteren Beinen. Behaarung ganz schwarz.

Weibchen: Glänzend schwarz. Thoraxrücken nur mit schwacher grauer Bereifung, die nur sichtbar ist, wenn man den Körper schräg von der Seite betrachtet; es ist auch keinerlei Streifenbildung zu bemerken. Die Behaarung ist ziemlich lang und fein. Die Akrostikalbörstchen stehen unregelmässig in 2—3, die Dorsocentralborsten in 3—4 Reihen; am Schildrande 6—8 Borsten. Brustseiten dunkelaschgrau bestäubt. Schüppchen dunkelbraun, schwarz bewimpert. Schwinger von derselben Farbe, Haarschirm schwarz. Hinterleib glänzend schwarz und schwarz behaart mit nur zarter graugrünlicher Bereifung. Kopf in allen seinen Theilen schwarz; Hinterkopf, Stirn und Untergesicht dunkel aschgrau bereift, das dritte Fühlerglied ist nicht gross, $2^1/_2$ mal so lang als an der Wurzel breit und $1^1/_4$ mal so lang als der Griffel. Rüssel ungefähr $1^1/_2$ mal so lang als der Kopf hoch, etwas kürzer als die Vorderschiene. Beine glänzend schwarz, Schienen etwas grau bereift. An den Hinterbeinen sind Schenkel und Schienen oben und unten schuppenförmig behaart; an den Mittelbeinen sind es die Schenkel desgleichen. Die Schenkel der Vorderbeine sind nur auf ihrer Unterseite mit etwas längeren gewöhnlichen Haaren besetzt; die übrigen Theile der Beine haben nur die gewöhnliche kurze Behaarung. Die Flügel sind ziemlich gross, auf der Wurzelhälfte deutlich gebräunt, welche Farbe nach der Spitze und dem Hinterrande hin allmälig verblasst. Die ersten 3 Längsadern sind den andern gegenüber auffallend dick; die dritte und vierte Längsader sind stark gekrümmt. Körperlänge 5, Flügellänge 5 mm.

Rh. vespertilio Zett., welche ähnlich beschuppte Beine hat, ist ganz anders gefärbt, grau mit sammetschwarzen Haarstreifen.

30. **Anthepiscopus caelebs** Beck. ♀. Wien. Ent. Z. 1891. 283. 2.
Ein Weibchen aus Jeniseisk. (Sahlberg).

31. **Steleochaeta setacea** Beck. ♀. Berl. Ent. Z. 1887. 129.
Ein Weibchen vom Flusse Jeniseij (Sahlberg).

32. **Empis vernalis** Mg. S. B. III. 27. 19. (1822). ♂.
Strobl. Dipt. Steyerm. 78.
Ein Männchen von Kantaika. (Sahlberg).

33. **Empis borealis** L. ♂. Fauna Succ. 1763.
Ein Männchen aus Sibir. arct. (Sahlberg).

34. **Empis lucida** Zett. ♀ Ins. Lapp. 561. 3. Dipt. Sc. I. 373. 5.
Lw. Berl. Ent. Z. 1868. 238. 4.
Zwei Weibchen aus Dudinka. (Sahlberg).

35. **Empis connexa** ♂♀ n. sp.
Zwei Pärchen aus Kantaika und Dudinka. (Sahlberg).

Eine Art, die man in gewissem Sinne als eine Pachymeria auffassen könnte. S. Lw. Wien. Ent. Monatschr. VIII. 359 u. ff. und Berl. Ent. Z. 1868. 231—240: Ueber Empis nitida und die ihr verwandten Arten. Da die hier vorliegende neue Art im männlichen Geschlecht zusammenstossende Augen hat, so lässt sie sich nur vergleichen mit Pachymeria contigua Lw. ♂, Empis longipennis Lw. ♀ und Empis lucida Zett. ♂♀. Wie sich schon aus der Vergleichung der Beschreibungen ergiebt, ist keine Uebereinstimmung vorhanden. Eine Vergleichung mit den Empis-Typen der Zetterstedt'schen Sammlung ergab ebenfalls ein negatives Resultat; desgl. finde ich keine Beschreibung, welche man auf sie anwenden könnte.

Männchen: Glänzend schwarz. Thoraxrücken bräunlich bereift, aber nicht matt, sondern noch schwach glänzend; die Bereifung ist auf den 3 Haarstriemen etwas schwächer, so dass diese als 3 undeutliche, wenig dunklere Streifen hervortreten. Die schwarze Behaarung ist kurz und schwach, in der Akrostikalborstenreihe unregelmässig zweizeilig, bei den Dorsocentralborsten 1—2-zeilig. Schildchen mit 4 Borsten, 2 grossen und 2 kleineren. Schwinger und Schüppchen weissgelb, letztere hell bewimpert. Haarschirm hell. Kopf schwarz mit Augen, die sich auf der Stirn ziemlich lang berühren. Stirn und Untergesicht dunkelgrau bestäubt. Die schwarzen Fühler sind von gewöhnlicher Form; das dritte Glied dreimal so lang als an der Wurzel breit und dreimal so lang als der Griffel. Der schwarze Rüssel ist sehr lang, so lang wie Vorderschiene und erstes Tarsenglied zusammengenommen, c:a 3 mm. lang. Taster schwarz. Hinterleib glänzend schwarz mit spärlicher weisslicher Behaarung; das Hypopygium ist stumpf, wenig vortretend und einfach gegliedert, der

Hauptsache nach aus 2 grösseren hinten ausgeschnittenen Lamellen bestehend, über denen 2 kleinere liegen; in dem unteren Ausschnitt wird der kurze dicke braune Penis sichtbar, von Oben nach Unten gerichtet. s. Fig. 29. Der Bauch ist graugelb bestäubt; auch sieht man auf dem letzten Hinterleibsringe 2 deutlich graugelb bestäubte Seitenflecken. Die Beine sind lang, glänzend kastanienbraun; Hinterschenkel etwas verdickt, Hüften grau bereift mit feinen weissen Haaren. Die spärliche weiche Behaarung der Schenkel ist ebenfalls hell. Die Hinterschenkel sind auf ihrer Unterseite mit 2 Reihen kurzer schwarzer Borsten bewehrt, die Hinterschienen auf ihrer Innenseite mit kurz geschorenen hellen Wimpern dicht bekleidet; sie sind wesentlich kürzer als die Schenkel, auch kürzer als die 5 Tarsenglieder s. Fig. 30. Mittel- und Vorderbeine sind fast nackt; die Schienen und Tarsen sind hier sehr dünne; die Tarsen sind bei beiden Beinpaaren wesentlich länger als die Schienen und die Metatarsen fast ebenso lang wie die 4 folgenden Glieder zusammengenommen. Flügel gleichmässig hellbraun gefärbt mit durchaus nicht kleiner Diskoidalzelle; Randmal kaum etwas hervortretend; die dritte und vierte Längsader sind an ihrer Spitze nach hinten gebogen, die dritte mündet dabei genau an der Flügelspitze aus.

Weibchen. Es unterscheidet sich nur wenig von dem Männchen. Die Hinterschenkel sind etwas schlanker und anstatt der unteren Borstenreihen sieht man nur zarte Härchen; auch die feine Bewimperung der Hinterschienen ist durch gewöhnliche Behaarung ersetzt.

Länge des Körpers $4^1/_2$—5, der Flügel $5^1/_2$—6 mm.

36. **Novum Empidarum genus** n. sp. ♂ von der Insel Nikander (Sahlberg).

Ich muss hier noch einer interessanten Empine Erwähnung thun, die in einem männlichen Exemplar vertreten ist, dem leider das dritte Fühlerglied fehlt, weshalb ich einen neuen Gattungsnamen nicht einführen will; trotzdem kann man dies Thier schon wegen seiner ungewöhnlichen Flügeladerung sicher als den Vertreter einer neuen Gattung bezeichnen. Das Flügelgeäder ist im Allgemeinen das der Gattung Empis, allerdings mit dem Unterschiede, dass die Gabel der dritten Längsader eine sehr gespreizte Stellung annimmt, auch ohne grosse Biegung abzweigt, der Gattung Oreogeton nicht unähnlich. Die Randader, welche bei Empis bis zur dritten Längsader läuft, bei Oreogeton aber, wenn auch allmälig etwas dünner werdend, den ganzen äusseren Flügelrand umzieht, reicht hier nur bis zur Gabel; sie ist ebenso wie der Flügelhinterrand ganz nackt; alle Längsadern nehmen von der Flügelwurzel bis zur Spitze allmälig an Stärke und Farbe ab, bis sie ganz unscheinbar werden.

Auch das Randmal befindet sich an einer anderen Stelle wie gewöhnlich; es nimmt den Raum zwischen der ersten Längsader und deren Hülfsader ein, welch letztere nicht abgebrochen ist, sondern deutlich gesondert in den Vorderrand mündet. Am Kopf berühren sich die runden Augen auf der Stirn in einem Punkte. Das erste Fühlerglied ist klein, das zweite dreieckig, am vorderen Ende sehr breit; obgleich das dritte Glied fehlt, muss man nach der Form des zweiten Gliedes annehmen, dass auch das dritte Glied eine beträchtliche Breite besitzt. Der Rüssel ist ganz kurz, kaum etwas vorstehend, fleischig. Taster kurz dick, citronenförmig, etwas nach Oben gerichtet. Das Hypopygium hat im Aeussern eine kugelförmige Gestalt, an der sich von beiden Seiten grössere Lamellen zangenförmig zusammenschliessen; oben klaffen dieselben und aus dem breiten Schlitz ragt senkrecht ein dreieckiger flacher Zipfel hervor. Die Beine haben nichts Besonderes.

Männchen: Der schwarze Thorax ist gleichmässig aschgrau bestäubt ohne Längsstreifung, hell behaart. Akrostikalbörstchen in 3 Reihen, Dorsocentralborsten einreihig. Schildchen mit 6 starken weissen Randborsten; auch die vereinzelten Borsten am Seitenrande des Rückens sind weiss. Brustseiten dunkler grau als der Rücken. Schüppchen gelbbraun, hell bewimpert. Schwinger braun. Kopf schwarz, aschgrau bestäubt mit hellen Borsten und Haaren am Hinterkopf. Die dreieckige Stirn und das Untergesicht liegen zum Augenrande etwas vertieft. Fühler rothbraun; das erste Glied cylindrisch klein, das zweite dreieckig sichelförmig; drittes Glied (?) Taster weissgelb, fast nackt. Rüssel dunkelbraun. Hinterleib glänzend schwarz mit spärlicher weissgelber Behaarung. Hypopygium ebenfalls glänzend schwarz. Die Beine sind glänzend schwarzbraun; die vorderen beiden Hüftenpaare sind an der Spitzenhälfte rostgelb; von gleicher Farbe aber mehr oder weniger verdunkelt sind die Schienen. Schenkel nicht verdickt und ohne Borsten, die mittleren jedoch, von Oben gesehen, gebogen; an den Schienen stehen vereinzelt schwache Borsten. Flügelfläche weisslich, fast milchig getrübt. Randmal, die Adern an der Wurzel sowie die Längsadern mit Einschluss der dritten, letztere aber nicht über die Gabel hinaus, sind bernsteingelb; alle anderen Adern unscheinbar und farblos. $3^1/_2$ mm. lang.

37. **Hilara quadripilosa** ♂♀ n. sp.

Mehrere Exemplare aus Kantaika und Dudinka. (Sahlberg).

Nach Strobl's Bestimmungstabelle in seiner verdienstvollen Abhandlung: die Oestreichischen Arten der Gattung Hilara, Verh. d. zool. bot. G. 1892 wird man auf H. longevittata Zett. Dipt. Sc. I. 358, andermattensis Strobl

und simplicipes Strobl hingeführt, welche Arten aber alle durch die nur zweizeiligen Akrostikalbörstchen von der hier vorliegenden geschieden sind. Eine Vergleichung mit Zetterstedt'schen Typen ergab keine Uebereinstimmung; es stellte sich dabei aber auch heraus, dass sich Strobl's Auffassung von longevittata Zett. mit der Zetterstedt'schen Art nicht deckt. H. longevittata Zett. ist eine weit kleinere Art; die Akrostikalbörstchen sind 3—4 reihig und die Zwischenräume zwischen den mattschwarzen Haarreihen schimmern glänzend schwarz. Hinterkopf und Stirn sind mattschwarz. Beine schwarzbraun, Hinterschenkel gebogen. $2^1/_2$—3 mm lang. Bei Strobl hat diese Art nur zweizeilige Akrostikalbörstchen, einfache Schenkel und ist $3^1/_2$—4 mm. lang.

Männchen: Von schwarzer Grundfarbe. Thoraxrücken dunkelgrau bereift mit einzeiligen Dorsocentral- und vierzeiligen Akrostikalbörstchen. Die 3 Haarreihen sind, von hinten besehen, schwärzlich und die dazwischen liegenden Striemen grau; von der Seite besehen, verschwindet diese Zeichnung mehr und mehr und der Rücken erscheint ziemlich gleichmässig dunkelgrau. Schildchen mit 4—6 Borsten. Schüppchen gelbbraun mit dunklem Saum und braunen Wimpern. Schwinger gelbbraun mit schwarzbraunem Knopf. Hinterkopf schwarzgrau. Stirn mattschwarz mit grauer Mittelstrieme. Untergesicht grau. Taster schwarz mit je 2 längeren Borsten. Fühler schwarz, ziemlich schlank, das dritte Glied dreimal so lang als an der Wurzel breit, der Griffel fast eben solang. Hinterleib matt, dunkelaschgrau mit spärlicher schwarzer Behaarung aber mit deutlichen Randborsten. Das Hypopygium ragt über den Hinterleib hervor, ist an der Spitze etwas glänzend und fast nackt. Beine glänzend schwarzbraun mit etwas helleren Kniegelenken. Die Hinterschenkel sind, von Oben gesehen, nach aussen gebogen. Ausser der feinen fast anliegenden hellen Behaarung der Beine sind die Hinterschienen mit einer unregelmässigen aber deutlichen Reihe von c:a 9—10 schwarzen Borsten besetzt; die Mittelschienen sind fast ohne Borsten; die Vorderschienen jedoch zeigen auf ihrer Vorderseite wieder 7—8 Borsten in unregelmässiger Vertheilung. Die Vorderferse ist verdickt, aber nur wenig dicker als die Schienenspitze und c:a viermal so lang als dick; sie erreicht $^3/_4$ der Länge der Vorderschiene, ist aber ohne Borsten, vielmehr nicht anders behaart als die übrigen Tarsen. Die Flügel sind nur schwach gelbbräunlich gefärbt; die Gabelader entspringt spitzwinklig mit schlankem Bogen; Randmal braun; die erste Längsader ist auf der ganzen Länge des Randmals verbreitert; Adern braun.

Weibchen. Etwas kürzer-, aber sonst gleichartig behaart; auch die Hinterschenkel sind wie beim Manne gebogen. Länge des Körpers 4, der Flügel 5 mm.

Tachista Lw.

Zeitschrift für Entomologie. Breslau 1860.

Zur Vergleichung mit den 3 nachstehend beschriebenen neuen Arten dieser Gattung habe ich die folgenden 14 bisher bekannt gewordenen Arten herangezogen: terricola Zett., sabulosa Mg., interrupta Lw., arrogans L., aemula Lw., connexa Mg., tuberculata Lw., microptera Lw., excisa Lw., annulimana Mg., longipennis Lw., welche 11 Arten Loew in d. Zeitschr. für Entom. 1860 beschrieben hat, ferner die Arten: styriaca Strobl, Dipt. v. Steyerm. 1893. 124, aliterpicta Beck. (alteropicta) Berl. Ent. Z. 1889. 343. 5 und ornatipes Beck. Wien. Ent. Z 1890. 69. 3.

38. **Tachista minima** n. sp. ♀.

Ein Weibchen aus Kantaika. (Sahlberg).

Eine sehr kleine Art, die hinsichtlich der Flügelfärbung sich noch am ehesten der terricola Lw. (Zett.) anschliesst, wenngleich von einer schwärzlichen Bindenzeichnung keine Spur vorhanden ist; ausser dem sind die Adern heller, die Beine dunkler als bei terricola, auch die Grösse ist geringer.

Weibchen: Glänzend schwarz mit weisschimmerndem Flecken zwischen Vorderhüfte und Schulter. Stirn und Untergesicht ebenfalls glänzend schwarz. Fühler klein, gelbbraun, das dritte Glied braun mit langer Borste. Taster gross gelb mit je einer langen schwarzen Endborste, im Uebrigen weiss behaart. Schwinger hellgelb. Beine mit stark verdickten Vorderschenkeln kastanienbraun; Vorderhüften und Wurzel der Vorderschenkel gelb, erstere weiss bereift; Metatarsus der Hinterbeine gelbbraun. Die Flügel sind fast ganz farblos; das Wurzeldrittel mit Einschluss der Basalzellen ist ganz wasserklar, die übrige Flügelfläche äusserst schwach und gleichmässig gelbbraun gefärbt ohne fleckenartige Trübung. Adern gelbbraun, die dritte und vierte Längsader laufen ganz grade und parallel. 1 mm. lang.

39. **Tachista punctifera** n. sp. ♀.

3 Weibchen von der Insel Nikander und Dudinka. (Sahlberg).

Ausgezeichnet durch einen runden braunen Flügelflecken unmittelbar vor der Mündung und auf der zweiten Längsader.

Weibchen: Glänzend schwarz mit weisschimmerndem Flecken zwischen Vorderhüfte und Schulterbeule; auch die schwarzen Vorderhüften selber sind auf ihrer vorderen Seite mit demselben Schimmer bedeckt. Kopf schwarz,

Hinterkopf dunkelgrau bestäubt. Stirn glänzend. Untergesicht sehr schmal, matt schwarz. Taster reichlich so lang wie der schwarze Rüssel, hellgelb, zart weiss behaart ohne Endborsten. Fühler klein und braun. Schwinger gelb. Hinterleib glänzend schwarz; Beine desgleichen mit gelben Knieen; Vorderschenkel nur mässig verdickt. Flügel etwas weisslich mit unbestimmtem zart bräunlichem Schatten neben den Längsadern und mit deutlichem runden braunen Flecken an der Spitze der zweiten Längsader, die an ihrer Mündung eine scharfe Biegung macht s. Fig. 32. 2 mm. lang.

40. **Tachista incompleta** ♀ n. sp.

Ein Weibchen von der Insel Nikander.

Weibchen: Glänzend schwarz mit weisschimmerndem Flecken zwischen Vorderhüfte und Schulterbeule. Kopf schwarz; das schmale Untergesicht und der Hinterkopf matt, die Stirn glänzend. Die weissen Taster sind zart weiss behaart ohne Endborsten und ragen über den kurzen Rüssel hinaus. Fühler gelb mit gebräuntem dritten Gliede. Hinterleib glänzend schwarz. Die Beine sind gelb und schwarz gezeichnet. Vorderhüften gelb mit weissem Schimmer auf der Vorderseite. Die Schenkel sind ziemlich dick, gelb, an der Spitze mit schmalem unbestimmt verlaufendem braunen Ringe und Streifen auf der Oberseite. Die Vorderschienen sind mit Ausnahme der Wurzel schwarzbraun; Vordertarsen gelb mit verdunkelten letzten Gliedern. Mittelbeine mit schwarzen nur an der Spitze gelbbraunen Hüften, gelben auf der Oberseite braun gestreiften Schenkeln, schwarzbraunen, nur an der Wurzel gelben Schienen, braunen Tarsen mit gelbem Metatarsus. Hinterbeine schwarzbraun mit gelben Knieen und desgleichen Metatarsus. Flügel mit weisslichem Schein und den unbestimmt begrenzten Anfängen zweier getrennter brauner Querbinden, von denen die eine, vom Flügel Vorderrande beginnend, über die Mündung der zweiten Längsader bis zur dritten Längsader verläuft, die andere vom Flügel-Vorderrande bis an die Spitze der vorderen Basalzelle reicht und hier abbricht; die Biegung der zweiten Längsader in den Flügelrand ist sehr steil; die dritte und vierte Längsader liegen dicht neben einander und verlaufen ganz parallel. S. Fig. 33. 2 mm. lang.

41. **Hemerodromia Frigelii** Zett. ♂ Dipt. Sc. I. 261. 1.

Ein Männchen aus Dudinka. (Sahlberg).

Dolichopodidae.

Porphyrops Mg. 1824.

Ich entdeckte in der vorliegenden kleinen Sammlung unter 5 Porphyrops-Arten 2 unbekannte, welche mit den bisher bekannten und nachstehend verzeichneten 24 Arten verglichen wurden. Die zu diesem Zweck angefertigte Bestimmungstabelle wird die Stellung der neuen Arten sichern und die Vergleichung erleichtern.

Litteratur.

Porphyrops *antennatus* Carl. Annal. de la Soc. de Fr. 1835.
Stenh. Öfv. af K. Vet. Akad. Förh. 1850. 280. (disciger).
„ *spinicoxa* Lw, Stett. Ent. 1850. 101. 3.
Walk. Ins. Brit. I. 202. 16. (communis).
„ *fascipes* Mg. S. B. IV. 54. 10. Zett. Dipt. Sc. II. 470. 10.
Lw. Stett. Ent. Z. 1850. 103. 4.
„ *nemorum* Mg. S. B. VI. 359. 10. Zett. II. 459. (laticornis).
„ *micans* Mg. S. B. IV. 51. 11. Lw. Stett. Ent. Z. 1850. 112. 16.
„ *nasutus* Fll. Dol. 6. 2. Zett. II. 469. 9. Ins. Lapp. 701. (communis).
Lw. Stett. Ent. Z. 1850. 107.
„ *penicillatus* Lw. Stett. Ent. Z. 1850. 109. 10.
„ *pectinatus* Lw. N. Beitr. VI. 16. (1859).
„ *praerosus* Lw. Stett. Ent. Z. 1850. 108. 9.
„ *suavis* Lw. N. Beitr. VI. 18. 3.
„ *elegantulus* Mg. S. B. IV. 51. 12. Curt. Br. Ent. 541. (Wilsoni).
„ *basalis* Lw. Stett. Ent. Z. 1850. 93. 2.
„ *crassipes* Mg. S. B. IV. 50. 10 und VI. 362.
„ *consobrinus* Zett. Dipt. Sc. II. 471. 11.
„ *fractus* Lw. Stett. Ent. Z. 1850. 105. 7.
„ *discolor* Zett. Dipt. Sc. II. 473. 14.
„ *obscuripes* Zett. Dipt. Sc. VIII. 3061. 11—12. ♀. Lw. N. B. VI. 16. ♀.
„ *confinis* Zett. Dipt. Sc. II. 467. 8. Ins. Lapp. 7045. var. a. (rufipes).
„ *longilamellatus* Kow. Verh. d. zool. bot. G. 1867. 319.
„ *patulus* Raddatz. Stett. Ent. Z. 1873. 329.
„ *Holmgreni* Mik. Gymn. Progr. 1878. 18. Zett. Dipt. Sc. 5031. 8—9. (spinicoxa)
„ *subnudipes* Zett. Dipt. Sc. XIII. 5032 ♂.
Radd. Stett. Ent. Z. 1873. 328. 5. ♂.
„ *longestylatus* Strobl. Dipt. v. Steyerm. 1898. IV. 214.
„ *rivalis* Lw. (Hartmannifallax) Nat. Ver. Augsburg 1869. 52.
Mik. Wien. Ent. Z. 1888. 113.
Strobl. Dipt. v. Steyerm. 1898. IV. 216. (fasciculatus).

Von den vorstehend genannten Arten und deren Beschreibungen habe ich für die nachfolgende Bestimmungstabelle nur Porph. consobrinus Zett. und obscuripes Zett. nicht berücksichtigen können. P. consobrinus fand ich nicht in Zetterstedt's Sammlung und seine Beschreibung ist zu allgemein gehalten, als dass sie mir Anhaltepunkte für die Unterscheidung geboten hätte. P. obscuripes Zett. ist aber nur im weiblichen Geschlecht vorhanden; zur Unterscheidung der Weiber reichen aber meine Kenntnisse noch nicht aus. Die Art fasciculatus Strobl ist Dank seiner sehr guten Beschreibung sofort als identisch mit P. rivalis Lw. zu erkennen.

Bestimmungstabelle.

	Mittelhüften des Männchens mit einem nach Unten gerichteten Dorn	1	
	Mittelhüften des Männchens ohne solchen Dorn	8	
1	Untergesicht schwarz	2	
	Untergesicht weiss schimmernd	5	
2	Aeussere Analanhänge in Gabelform	3	
	Aeussere Analanhänge nicht gabelförmig	4	
3	Backenbart und Vorderhüften schwärzlich behaart; Schüppchen dunkel behaart. Schenkel schwarz. 5 mm. lang		spinicoxa Lw. ♂.
	Backenbart und Vorderhüften weiss behaart. Schüppchen hell bewimpert. Schenkel gelb		Holmgrenii Mik. ♂.
4	Backenbart und Vorderhüften schwarz behaart. Beine vorwiegend schwarz; die beiden ersten Tarsenglieder der Vorderbeine knotenförmig verdickt		nigribarbatus n. sp. ♂.
5	Drittes Fühlerglied viermal so lang als an der Basis breit; kleinere Art		nemorum Mg. ♂.
	Drittes Fühlerglied nur c:a zweimal so lang als breit	6	
6	Vordermetatarsus an der inneren Spitze etwas erweitert. Fühlerborste an der Spitze gleichfalls etwas verbreitert		patulus Radd. ♂.
	Vordertarsen einfach, ohne Erweiterungen	7	
7	Aeussere Analanhänge lang bandförmig, nicht gegabelt. Schenkel gelb; die Hinterschenkel an der Spitze mit braunem Wisch grosse Art		elegantulus Mg. ♂.
	Aeussere Analanhänge breit lamellenförmig; erstes und zweites Tarsenglied der Hinterbeine verdickt. Flügel an der Wurzelhälfte glasartig, an der Spitzenhälfte grau getrübt		basalis Lw. ♂.
	Aeussere Analanhänge gabelförmig. Letztes Tarsenglied der Vorderbeine mit 4—5 langen schwarzen gebogenen Haaren		rivalis Lw. ♂.
8	Fühlerborste an der Spitzenhälfte blattartig verbreitert		antennatus Carl. ♂.
	Fühlerborste ohne Verbreiterung	9	
9	Schüppchen mit dunklen Wimperhaaren		fascipes Mg. ♂.
	Schüppchen hell bewimpert	10	
10	Aeussere Analanhänge gegabelt, lang bandförmig	11	
	Aeussere Analanhänge nicht gegabelt, lang bandförmig oder kurz dreieckig	13	

11	Gesicht schwarz. Backenbart braun. Vorderhüften schwarz behaart		nasutus Fall. ♂.
	Gesicht weiss. Backen und Vorderhüften weiss behaart	12	
12	Schenkel schwarz; die beiden Endglieder der Mittelbein-Tarsen verbreitert		crassipes Mg. ♂.
13	Metatarsus der Vorderbeine und das darauf folgende Glied nach Innen bogenförmig erweitert		micans Mg. ♂.
	Metatarsus der Vorderbeine alleine an der Spitze etwas erweitert		longestylat. Strobl. ♂.
	Metatarsus der Vorderbeine ganz einfach, ohne Erweiterung	14	
14	Tarsenglieder der Mittelbeine verbreitert	15	
	Tarsenglieder der Mittelbeine einfach	16	
15	Die beiden letzten Tarsenglieder verbreitert, schwarz, äussere Analanhänge lang und schmal		patellitarsis n. sp. ♂.
	Nur das letzte Tarsenglied verbreitert; äussere Analanhänge breit dreieckig		confinis Zett. ♂.
16	Untergesicht schwarz. Backen und Vorderhüften schwarz behaart	17	
	Untergesicht weiss. Backen und Vorderhüften weiss behaart	18	
17	Vierte Längsader auf der Mitte des letzten Abschnittes geknickt und dort knopfförmig verdickt. Aeussere Analanhänge an der Basis breit		fractus Lw. ♂.
	Vierte Längsader nicht geknickt. Aeussere Analanhänge schmal		pectinatus Lw. ♂.
18	Aeussere Analanhänge vorne breit zipfelförmig ausgezogen; innere Anhänge lancettförmig. Hinterschenkel gelb mit brauner Spitze		praerosus Lw. ♂.
	Aeussere Analanhänge vor der Spitze mit einem Haarbüschel. Hinterschenkel nebst Schienen ganz schwarz		penicillatus Lw. ♂.
	Aeussere Analanhänge schmal fadenförmig, nur an der Spitzenhälfte behaart; innere Anhänge griffelförmig mit Anschwellung. Hinterschenkel gelb mit schwarzer Spitze		suavis Lw. ♂.
	Aeussere Analanhänge kurz und breit, blattförmig; innere Anhänge schmal, blatt- oder lancettförmig. Hinterschenkel schwarz		discolor Zett. ♂.
	Aeussere Analanhänge lang bandförmig, beiderseits ganz behaart; innere Anhänge stilförmig, am Ende verdickt und am Ende mit einem kleinen Börstchen. Hinterschenkel ganz schwarz		subnudipes Zett. ♂.
	Aeussere Analanhänge lang bandförmig, beiderseits ganz behaart; innere Anhänge an der Spitze nicht verdickt. Schenkel schwarz mit brauner Spitze		longilamellat. Kw. ♀.

42. **Porphyrops patellitarsis** ♂. n. sp.

Ein Männchen aus Kantaika. (Sahlberg).

Bei Vergleichung dieses Männchens mit den mir bekannten Arten und Beschreibungen kam ich zu der Ansicht, dass die Art confinis Zett. vorläge, obgleich die Angabe des verbreiterten Tarsen-Endgliedes der Mittelbeine bei Zetterstedt nicht ganz genau übereinstimmte. Zetterstedt spricht nämlich nur von dem Endgliede und nicht von beiden Endgliedern, die aber bei patelli-

tarsis so dicht zusammenstehen, dass ein Uebersehen leicht möglich gewesen wäre. Eine spätere Vergleichung mit Zetterstedt's Typen in Lund ergab jedoch, dass confinis Zett. nicht nur, der Beschreibung entsprechend, anders geformte Mittelbeine hat, sondern dass auch die Form der Hypopygial-Anhänge eine wesentlich verschiedene ist. Um weiteren Verwechselungen vorzubeugen, gebe ich von beiden Hypopygien mit ihren Anhängseln eine Zeichnung. Auch mit den übrigen Porphyrops-Arten ist keinerlei Uebereinstimmung zu finden, ebenso wenig wie diese und die beiden nachstehend beschriebenen Arten in Zetterstedt's Sammlung vertreten sind. Immerhin scheint es mir nicht überflüssig zu sein, auch die Unterschiede von crassipes Mg. hervorzuheben, mit welcher Art gemeinsam ist die Verbreiterung der beiden letzten Tarsenglieder der Mittelbeine, desgleichen die weisse Spitze des dritten Gliedes, das weisse Untergesicht und die weiss behaarten Vorderhüften. Die Unterschiede liegen zunächst in der Form der äusseren Analanhänge, die bei crassipes deutlich gegabelt sind; die inneren sind sehr lang, sehr krumm und gelb, also auch abweichend; ferner ist das dritte Fühlerglied von crassipes kürzer, höchstens $2^1/_2$ mal so lang als breit und die Borste ist länger als das dritte Glied. Ausserdem sind Unterschiede in der Flügeladerung vorhanden; bei crassipes ist nicht nur die vierte Längsader, sondern auch die dritte an der Spitze S-förmig gebogen, so dass sich beide Längsadern einander nähern; bei patellitarsis ist dies nur bei der vierten der Fall; die dritte Längsader ist nicht S-förmig, sondern einfach gebogen. Im Uebrigen ist der ganze Körper von crassipes in allen seinen Theilen stärker beborstet und behaart; ferner sind die schwarzen Hinterschenkel von crassipes an der Wurzel rothgelb, bei patellitarsis sind sie ganz schwarz.

Männchen. Thorax ziemlich glänzend schwarz bis erzgrün ohne Längsstreifen. Brustseiten durch weisse Bereifung grau. Stirn von derselben Grundfarbe mit bläulichem Schimmer, aber matt. Untergesicht seidenartig, weissgelb. Taster schwarz, weissgelb bereift. Die Hinterkopfs-Borsten sind bis zur halben Kopfhöhe schwarz; dann beginnt der weisse Kinnbart; die schwarzen Fühler haben eine mittlere Grösse, das dritte Glied ist dreimal so lang als an der Basis breit und die Fühlerborste hat fast dieselbe Länge wie das Fühlerglied. Schwinger und Schüppchen gelb, letztere hell bewimpert. — Hinterleib erzgrün, glänzend, auf dem ersten Ringe und an den Seiten weiss-, im Uebrigen schwarz behaart. Das Hypopygium hat die gewöhnliche halbkugelförmige Gestalt mit 2 Ringabschnitten. Die äusseren Anhängsel sind braun, bandförmig, allmälig spitz verlaufend, auf der Wurzelhälfte nackt, mit einem kleinen fadenförmigen Ausläufer am inneren Rande aber nicht gega-

belt; die Spitzenhälfte hat beiderseits feine helle Randwimpern, die inneren Anhänge sind schwarz in Gestalt einer etwas gebogenen stumpfen Borste. Die Vorderbeine sind gelb mit an der Wurzelhälfte gebräunten Schenkeln, kurzen Tarsen und der Verdickung an der Spitze des Metatarsus. Die Mittelbeine sind gelb ohne wesentliche Bräunung der Schenkel; die beiden letzten Tarsenglieder, von denen das vorletzte stark verkürzt ist, sind schwarz und deutlich etwas verbreitert; das dritte Tarsenglied ist an der Spitze weiss. Hinterbeine schwarz von der gewöhnlichen Form. Die Flügel haben eine schwach bräunliche Trübung mit braunen Adern; die vierte Längsader nähert sich in einer schlanken S-förmigen Curve etwas der dritten, verläuft aber an der Flügelspitze parallel mit derselben. Länge 4 mm.

43. **Porphyrops nigribarbatus** ♂. n. sp.

En Männchen aus Kantaika. (Sahlberg).

Die grösste Verwandtschaft zeigt diese Art noch mit Porph. fractus Lw. Gesicht, Stirn und die Färbung der Beine sind im Allgemeinen gleich. Die Unterschiede liegen in einer etwas anderen Form der äusseren und inneren Analanhänge, in der Bedornung der Mittelhüften und in dem Fehlen des Brechpunktes der vierten Längsader.

Männchen. Dunkelerzgrün, glänzend, Schildchen mehr messingfarbig. Brustseiten dunkelgrau bereift. Thoraxrücken mit 2 matten Purpurstreifen. Schüppchen und Schwinger gelbbräunlich; erstere braun bewimpert. Untergesicht schmal mattschwarz; Stirn desgleichen mit etwas grünlichem Schimmer. Fühler schwarz und kurz; das dritte Glied ist kaum zweimal so lang als breit, die Fühlerborste doppelt so lang als das dritte Glied. Hinterkopfborsten alle schwarz; auch der Kinnbart ist dunkelbraun. — Hinterleib glänzend grün, ausserordentlich kurz schwarz behaart. Die äusseren Analanhänge sind wimpelförmig, allmälig an Breite abnehmend, nicht gegabelt, lang, matthellbraun, beiderseits von der Wurzel an mit zarten hellen Randhaaren besetzt; die inneren Anhänge sind schmal, lancettförmig, schwarz, nackt, nur an der Spitze mit einer kleinen Borste. Beine mit Ausnahme der Kniee und eines Theils der Schienen schwarz. An den Vorderbeinen sind die Kniee und die Spitzenhälfte der Schienen gelbbraun; die beiden ersten Tarsenglieder sind am Ende und auf der inneren Seite etwas verdickt; das zweite Tarsenglied ist nur wenig kürzer als das erste. Alle Hüften sind schwarz behaart; die Mittelhüften zeigen an ihrer Basis einen Dorn, der bei näherer Betrachtung aus c:a 3 dicht zusammenstehenden stumpfen schwarzen Borsten zusammengesetzt ist, was wohl bei allen übrigen Arten auch der Fall sein wird. Auf der Unterseite der

Mittelschenkel sieht man ferner 5—6 längere feine Härchen, die an ihrer Spitze rechtwinklig umgebogen sind. Die Färbung der Mittelbeine ist dieselbe wie bei den Vorderbeinen, nur sind auch noch die ersten beiden Tarsenglieder rothgelb gefärbt. An den Hinterbeinen sind die Schienen in noch grösserer Ausdehnung hell, so dass nur die Spitze selbst nebst der äussersten Wurzel schwarz ist. Schenkel und Tarsen sind intensiv schwarz. Die Flügel zart gelblich gefärbt mit hellbraunen Adern; die dritte und vierte Längsader verlaufen nach der kurzen Biegung der letzteren parallel zum Rande. 5 mm. lang.

44. **Porphyrops crassipes** Mg. ♂♀. S. B. IV. 50. 10. VI. 362.
Ein Pärchen aus Dudinka und Kantaika. (Sahlberg).
Bemerkenswerth durch die helle Farbe der Hinterbeine, im Uebrigen sind Unterschiede in der Form nicht aufzufinden.

45. **Porphyrops elegantulus** Mg. ♂♀. S. B. IV. 51. 12.
7 Exemplare aus Obdorsk. (Bergroth).

46. **Porphyrops nasutus** Fall. ♂♀. Dol. 6. 2.
Ein Pärchen aus Kuschevat. (Bergroth).

47. **Dolichopus plumipes** Scop. ♂♀. Entom. carn. 334. 895. (1763).
4 Exemplare von Beresov, Sobski und Sortinge. (Bergroth).

48. **Dolichopus maculipennis** Zett. ♂♀ Dipt. Sc. II. 520. 17. (1844).
3 Exemplare aus Kantaika. (Sahlberg).

49. **Dolichopus discifer** Stann. Isis 1831. 57. 10.
Ein Weibchen aus Kantaika. (Sahlberg).

50. **Dolichopus Stenhammari** Zett. Dipt. Sc. II. 521. 18. ♂.
2 Männchen aus Kantaika u. Dudinka. (Sahlberg).

51. **Dolichopus longicornis** Stann. Isis. 1831. 53. 7. ♂♀.
Ein Pärchen aus Dudinka. (Sahlberg).

52. **Sympycnus simplicitarsis** n. sp. ♂♀.
Mehrere Pärchen aus Dudinka. (Sahlberg).
Ein Weibchen aus Obdorsk. (Bergroth).

Unter den von Kowarz in der Wien. Ent. Z. 1889. 175 u. f. aufgeführten und beschriebenen Sympycnus-Arten finde ich keine, welche mit der vorliegenden in Uebereinstimmung zu bringen wäre. Es sind folgende: brachydactylus Kow., cirrhipes Walk., pullulus Kow., annulipes Mg., spiculatus Gerst., aeneicoxa Mg., brevimanus Lw., plantaris Gerst., pygmaeus Macq. Die von Kowarz als fraglich noch mit aufgenommene Art bicingulatus Zett. od. bicolorellus Zett. nimmt bei ganz anderer Färbung der Fühler und des Hinterleibes sowie wegen anderer Form des Gesichts und der Fühler eine besondere Stellung ein, welchem Umstand Herr Prof. Strobl durch Aufstellung einer besonderen Gattung Bathycranium (s. Wien. Ent. Z. 1892. 102) Ausdruck gegeben hat.

Die hier vorliegende Art hat ganz gelbe Beine und ein einfaches drittes Tarsenglied an den Hinterbeinen. Von den 9 oben genannten Arten haben nur annulipes, spiculatus u. aeneicoxa gelbe oder vorwiegend gelbe Beine und das dritte Tarsenglied der Hinterbeine ist bei ihnen sowie überhaupt bei allen bisher bekannten Arten durch Beborstung und Behaarung besonders ausgezeichnet. Hiernach muss ich die vorliegende Art für unbeschrieben ansehen.

Männchen. Metallisch erzgrün; der Thorax von braungrauer Bestäubung matt; Brustseiten mehr aschgrau. Schwinger und Schüppchen gelb, letztere bräunlich bewimpert. Kopf und Fühler weichen in Färbung und Form nicht im mindesten von dem allgemeinen Gattungscharakter ab; das schmale Gesicht ist weissgrau, die Stirn mattgrau, Taster weiss. Hinterleib metallisch glänzend mit etwas rauher kräftiger schwarzer Behaarung. Die Beine nebst allen Hüften sind gelb, nur deren äusserste Wurzel hat die graue Färbung der Brustseiten; die Tarsen sind mit Ausnahme des ersten Gliedes gebräunt; an den Hinterbeinen ist das zweite Tarsenglied nur wenig kürzer als das erste; das dritte ist ganz einfach, nur ebenso kurz behaart wie alle übrigen Glieder. Die Beborstung der Schienen entspricht dem allgemeinen von Kowarz gekennzeichnetem Charakter; auch die Aderung der etwas bräunlich gefärbten Flügel bietet nichts vom Gattungscharakter Abweichendes. $3^1/_4$ mm. lang.

Weibchen. Ausser dem etwas breiteren grauen Gesichte sind Unterschiede vom Männchen nicht vorhanden.

53. **Hercostomus Sahlbergi** Zett. Ins. Lapp. 711. 14.
Ein Weibchen aus Sortinge. (Bergroth).

54. **Scellus spinimanus** Zett. Dipt. Sc. II. 445. 5.
Mehrere Exemplare aus Dudinka. (Sahlberg).

55. **Scellus notatus** Fbr. Antl. 269. 10 (Dolichopus).
Ein Weibchen aus Dudinka. (Sahlberg).

56. **Hydrophorus alpinus** Whlb. Zett. Dipt. Sc. VIII. 3054. 7—8.
Mehrere Exemplare von Kantaika, Dudinka u. der Insel Nikander. (Sahlberg).

57. **Hydrophorus Rogenhoferi** Mik. Verh. d. zool. b. G. 1874. 334. 3.
„ Wien. Ent. Z. 1888. 142.
Ein Weibchen aus Dudinka. (Sahlberg).

II. Cyclorhapha.

Syrphidae.

58. **Platychirus podagratus** Zett. Dipt. Sc. II. 751. 54. (1843).
Ein Weibchen aus Dudinka. (Sahlberg).

59. **Platychirus fulviventris** Macq. Dipt. du N. de Fr. 81. 6. (1827).
Ein Weibchen aus Sorebugorski. (Bergroth).

60. **Platychirus albimanus** Fbr. Spec. Ins. II. 434. 63. (1781).
Zwei Weibchen aus Beresow. (Bergroth).

61. **Platychirus clypeatus** Mg. S. B. III. 335. 90. (1822).
Ein Weibchen aus Obdorsk. (Bergroth).

62. **Platychirus nudipes** n. sp. ♂.
Ein Männchen aus Kuschevat. (Bergroth).

Diese Art zeichnet sich durch ein äusserst flaches Gesicht, nackte Beine, schwarze Fühler und äusserst schlanken Metatarsus der Hinterbeine, sowie grosse rothgelbe Hinterleibsflecke aus. Vergleicht man die Art mit den be-

kannten Arten, deren Gesicht ebenfalls flach ist und deren Fühler schwarz sind, so ergeben sich die nachstehenden Unterschiede.

Platychirus *albimanus* Fbr. Spec. Ins. II. 434. 63 unterscheidet sich durch kleinere, anders gefärbte Hinterleibsflecke, dunkle Schwinger und stark behaarte Vorderbeine.

Platychirus *fulviventris* Macq. Dipt. du N. de Fr. 81. 6 durch grössere Fühler, hellere Beine, behaarte Vorderschenkel und verdickten Hinter-Metatarsus.

Platychirus *scambus* Zett. Dipt. Sc. VIII. 3147. 51—52. Kow. Wien. Ent. Z. 1885. 202. durch deutlich bestäubtes Gesicht, hellere Beine und charackteristische Behaarung derselben.

Platychirus *immarginatus* Zett. Dipt. Sc. VIII. 3149. 52—53. durch grössere Hinterleibsflecke und dunklere Schienen der vorderen Beine.

Platychirus *podagratus* Zett. Dipt. Sc. II. 751. 54. durch kleinere, nicht viereckige, weisschimmernde Hinterleibsflecke, dunkle Schwinger und dunklere Schienen der Vorderbeine.

Platychirus *clypeatus* Mg. S. B. III. 335. 90. durch hellere deutlich behaarte Beine.

Platychirus *parmatus* Rond. Prodr. II. 121. 6. hat der Beschreibung nach ein etwas vorspringendes Gesicht, dunklere Schwinger, etwas verdickten Hinter-Metatarsus, ist auch bedeutend grösser (11 mm).

Platychirus *spathulatus* Rond. Prodr. II. 121. 7. hat deutliche Streifen auf dem Thoraxrücken, dunklere Schwinger und auf dem zweiten Hinterleibsringe keine Flecken.

Platychirus *dilatatus* Macq. Suite à B. I. 547. 45. hat ebenfalls auf dem zweiten Hinterleibsringe keine Flecken.

Platychirus *discimanus* Lw. Europ. Dipt. II. 227. 121. hat dunklere Beine; das Untergesicht springt etwas vor; auch ist der Metatarsus der Hinterbeine beim Männchen stark verdickt.

Plat. *latimanus* Whlb. Kgl. Vet. Akad. Förh. 4. 6. (1844) hat, wie ich dies an einem Pärchen der Zetterstedt'schen Sammlung vergleichen konnte, ein etwas vorspringendes Gesicht, fast gar nicht verbreiterte Vorderschienen und einen ganz anders gefleckten Hinterleib; auch dunklere Beine.

Männchen: Thorax und Untergesicht von schwarzer etwas grün schillernder Färbung mit nur mittelmässigem Glanze; letzteres schwach dunkelgrau bestäubt mit spärlichen schwarzen Haaren. Stirnhaare schwarz. Fühler ganz schwarz von gewöhnlicher Grösse. Das Untergesicht ist in seiner Hauptrichtung, von der Seite gesehen, parallel der Hinterkopflinie, mit nur schwach

ausgebildetem flachen kleinen Höcker, der Mundrand ist nicht im Mindesten aufgeworfen. Auf dem Thoraxrücken und Schildchen stehen nur fahlgelbe Haare von gewöhnlicher Länge. Die Schwinger, Schüppchen und das Federchen darunter blassgelb. Hinterleib auf den ersten 4 Ringen obenauf mattschwarz, der zweite bis vierte Ring mit grossen rothgelben viereckigen Fleckenpaaren; das erste erreicht den Seitenrand des Hinterleibes nicht; der fünfte ist mit Ausnahme einer mattschwarzen Mittellinie von messinggelbem Glanze. Alle Hüften sind schwarz. Die Vorderbeine sind gelb; ihre Schenkel haben auf der Oberseite einen schwarzbraunen Längswisch, der von der Wurzel bis zur Mitte reicht; die blassgelben Schienen sind von der Wurzel bis zur Spitze stark keilförmig verbreitert und nackt; die Tarsen sind von gleicher Farbe und ebenso lang wie die Schiene; sie nehmen an Breite ganz allmälig ab, deutliche Flecken sieht man auf ihrer Unterseite nicht. Die Vorderschenkel zeigen an ihrer Wurzel und Aussenseite nur vereinzelt längere Haare. Die Mittelbeine sind gelb; ihre Schenkel von der Wurzel bis ungefähr zur Mitte braunschwarz, allmälig verblassend; die letzten Tarsenglieder sind schwärzlich; die Mittelschienen haben auf ihrer Mitte eine sehr sanfte Anschwellung und tragen an der Innenseite des Wurzeldrittels einige längere schwarze Haare, im Uebrigen sind sie nackt. Die Hinterbeine sind sehr schlank, ganz nackt und mit Ausnahme der äussersten Schenkelspitze und Schienenwurzel schwarz; der Metatarsus ist nicht dicker als die Schiene. Die Flügel haben eine satt gelbbräunliche Färbung. Körperlänge $7^1/_2$ m. m.

63. **Chilosia scutellata** Fall. Dipt. Suec. Syrph. 55. 13. (1816).
Zwei Weibchen aus Sortinge. (Bergroth).

64. **Chilosia alpina** Zett. Ins. Lapp. 611. 3. (1838). Dipt. Sc. II. 782. 6. (1843).
Beck. Rev. d. Gatt. Chilosia 1894. 401. 57.
Ein Männchen aus Kantaika. (Sahlberg).
Es unterscheidet sich von den Zetterstedt'schen Typen nur dadurch, dass auf der hinteren Thoraxhälfte und auf dem Schildchen reichlich schwarze Haare eingesprengt stehen und dass sich auf der Flügelmitte in der Nähe der Queradern eine schwache fleckenartige Trübung bemerkbar macht.

65. **Syrphus tarsatus** Zett. Ins. Lapp. 601. 12. (1838). Dipt. Sc. II. 730. 33.
Zwei Weibchen aus Dudinka. (Sahlberg).

66. **Syrphus obscurus** Zett. Dipt. Sc. II. 733. 35.
Ein Weibchen aus Dudinka. (Sahlberg).

Ich halte dies Exemplar für obscurus Zett., obgleich es etwas heller gefärbt ist, als die Normalform. Charakteristisch ist diese Art durch die ausserordentlich schmalen mondförmigen Hinterleibsflecken, welche auf der vorderen Hälfte der Ringe stehen. Dies Exemplar hat ausserordentlich kurze, unter der Lupe kaum noch bemerkbare Augenhaare. Zetterstedt rechnet obscurus zu den behaartaugigen Arten; beim Männchen sind die Augenhaare deutlicher.

Weibchen. Thorax glänzend erzfarbig mit ziemlich langen fahlgelben Haaren; das braungelbe Schildchen ist überwiegend schwarz behaart. Brustseiten zart grau bereift mit grauer büschelförmiger Behaarung. Hinterleib breit, nicht streifenförmig, glänzend schwarz mit 3 Paar sehr schmalen mondförmigen Flecken auf dem 2:ten, 3:ten und 4:ten Ringe und gelbem Hinterrand an letzterem Ringe; der fünfte ist ähnlich gefleckt wie der vierte, nur scheinen dessen Seitenflecke mehr oval als mondförmig zu verlaufen; alle Mondflecke mit Ausnahme der auf dem fünften Ringe erreichen den Seitenrand ihrer Ringe nicht; sie haben nur den sechsten Theil der Ringlänge zur Breite. Der zweite Ring ist mit Ausnahme des Hinterrandssaumes und der Seitenränder mattschwarz bestäubt; auch auf der Mitte des dritten und vierten Ringes zeigt sich noch eine etwas schwächere schwarze Bereifung; an den Seiten der ersten beiden Ringe ist die längere Behaarung fahlgelb, im Uebrigen sind die kurzen Härchen hell und dunkel je nach Färbung des Untergrundes. Auf dem glänzenden Bauche sind die ersten 3 Ringe mit Ausnahme der Seitenränder schwarz, die übrigen ganz gelb. Kopf mattgelb mit schwarzer Stirn, schwarzem Mundrand und Backenfleck ohne Mittelstrieme, jedoch ist der Gesichtshöcker gebräunt. Die Stirn ist verhältnismässig breit und über den Fühlern mit 2 getrennten, am Augenrande mit dem Untergesicht verbundenen gelb bestäubten Flecken. Fühler röthlich braun. Die Behaarung der Stirn und des Untergesichtes ist schwarz. Augen mikroskopisch behaart. Beine rothgelb. Hüften und die Schenkelwurzeln bis zum ersten Drittel oder der Hälfte schwarz; Tarsen bräunlich. Flügel zart gelbbraun getrübt mit gleichgefärbtem Randmal; die dritte Längsader ist nur schwach geschwungen. Länge des Körpers 7 mm.

67. **Melithreptus menthastri** L. var. taeniatus Mg. Linné F. Suec. 1819. (1761).

Meigen S. B. III. 325. 75.

2 Männchen aus Dudinka u. Jeniseisk. (Sahlberg).

Ein Männchen und 2 Weibchen aus Sortinge, Sobski und Tschemaschevo. (Bergroth).

68. **Xylota femorata** L. Fauna Suec. 1824. (1761).

Ein Weibchen aus Jeniseisk. (Sahlberg).

69. **Xylota pictipes** Lw. ♂♀. Europ. Dipt. II. 237. 129. ♀.

3 Exemplare aus Zingalinsk und Troitski. (Bergroth).

Loew beschrieb das Weibchen nach einem Exemplar, dem die Fühler fehlten. Das vorliegende Weibchen hat rothbraune Fühler mit verdunkeltem ersten Gliede und gelber Borste.

Männchen. Kopf von schwarzer Grundfarbe mit dichter gelber, seidenartig schimmernder Bestäubung auf Stirn und Untergesicht. Die Augen berühren sich nur auf kurzer Linie, die halb so lang ist als die Stirn. Hinterkopf und Ocellendreieck fahlgelb behaart. Fühler rothbraun, von gewöhnlicher Grösse mit verdunkeltem ersten Gliede und nackter gelber Borste. Thoraxrücken erzgrün, schwach glänzend, dicht punktirt mit kurzen fahlgrauen, auf dem Schildchen mit längeren Haaren. Am Vordertheil des Thoraxrückens ist dieselbe Zeichnung wie beim Weibchen; auf der Mitte die Anfänge zweier weissgrau bestäubter Längslinien und 2 ebensolche Flecken dicht vor der Schulterbeule; ausserdem sieht man auf der Mitte des Thoraxrückens 2 schmale matt bestäubte Längslinien von der Farbe des Rückens selber. Brustseiten mit weisslicher Behaarung. Der Hinterleib ist genau so gefärbt wie bei dem Weibchen, mit weichen hellen Haaren, die nur auf den dunklen Querbinden des zweiten und dritten Ringes dunkel sind. Hüften und Schenkel schwarz; Kniee der vorderen Beine, alle Schienen und Tarsen rothgelb; die Hinterschienen und Tarsen rothgelb; die Hinterschienen haben jedoch auf ihrer Mitte eine breite schwarzbraune Binde, breiter als beim Weibchen; auch auf den Mittelschienen befindet sich eine unbestimmt verlaufende braune Binde. Behaarung der Beine durchweg fahlgelb. Flügel wie beim Weibchen. Länge des Körpers 11—12 mm.

70. **Eristalis arbustorum** L. Fauna Suec. 1798. (1761).

Ein Weibchen aus Tobolsk (Bergroth).

Conopidae.

71. **Dalmania flavescens** Mg. S. B. IV. 152. 19. (1824).
Ein Männchen aus Jeniseisk. (Sahlberg).

Oestridae.

72. **Hypoderma tarandi** L. K. Vet. Akad. Handl. 1739. Tf. 3. fig. 3—6. Brauer. Oestr.
Ein Weibchen aus Kantaika. (Sahlberg).

Muscinae.

73. **Calliphora groenlandica** Zett. ♂. Ins. Lapp. 657. 16. Dipt. Sc. IV. 1330. 3.
Ein Männchen aus Tolstoinos. (Sahlberg).

Tachininae.

74. **Clytia continua** Panz. F. Germ. LX. 19. (1798).
Ein Weibchen aus Jeniseisk. (Sahlberg).

75. **Scopolia cunctans** Mg. S. B IV. 419. 312. (1824).
Ein Weibchen aus Jeniseisk. (Sahlberg).

76. **Zophomyia tremula** Scop. Entom. carn. 330. 885. (1763).
Ein Weibchen aus Jeniseisk. (Sahlberg).

77. **Gonia fasciata** Mg. S. B. V. 6. 10. (1826).
Ein Weibchen aus Jeniseisk. (Sahlberg).

Anthomyinae.

78. **Anthomyia albicincta** Fll. Dipt. Suec. Musc. 73. 81. (1820).
Ein Männchen aus Jeniseisk. (Sahlberg).

Anmerkung: Die vorstehend aufgeführten 6 Arten hat Herr Prof. P. Stein aus Genthin durchzusehen die Güte gehabt und sie wie erfolgt benannt.

79. **Lispa parcespinosa** ♀. n. sp.

Zwei Weibchen von der Insel Nikander. (Sahlberg).

Mit den bisher in Europa bekannten Lispa-Arten, welche Herr F. Kowarz in der Wien. Ent. Zeit. 1892 pag 33. u. ff. beschrieben und angeführt hat, ist keine Uebereinstimmung vorhanden; auch in Zetterstedt's Sammlung ist diese Art nicht vertreten; desgleichen führt die Beschreibung von Lispa frigida Erichs. Middend. Reise in Sibirien 1851. 153 nicht auf diese Art; sie hat 2 Borsten auf der Mitte der Mittelschienen und zeichnet sich aus durch den fast borstenlosen Mundrand und durch eine an der Wurzel auffällig verdickte lang gefiederte Fühlerborste. Nach Kowarz's Bestimmungstabelle gelangt man zu L. crassiuscula Lw., von der sie aber durch andere Schienenbeborstung, Länge und Form der Tarsen und andere Hinterleibszeichnung abweicht.

Weibchen. Die Grundfarbe des Kopfes ist rostgelb, welche durch braungraue Bestäubung verdeckt wird; das Scheiteldreieck ist braungrau, die Stirnstrieme dunkelbraun, die Stirnorbiten und das Untergesicht schmutzig gelbbraun, seidenschimmernd; von Frontorbitalborsten jederseits 2 obere nach auswärts geneigte und 5—6 nach innen geneigte. Die Fühlerborste ist auf der Wurzelhälfte ausserordentlich verdickt, fällt aber plötzlich ab; sie ist deutlich gefiedert; die Fühler sind nur kurz; das dritte Glied reicht nur etwas über die Gesichtsmitte. Die Taster stehen tellerförmig nur wenig vor dem Mundrand vor; sie sind von rostgelber Grundfarbe, gelbbraun bereift, welche Grundfarbe aber nur bei durchscheinendem Lichte hervortritt. Der Mundrand hat anstatt der üblichen Knebelborste nur ganz kurze Börstchen, wodurch diese Art sich von allen mir bekannten Lispen auffällig unterscheidet. Die Backenhaare sind schwarz. Hinterkopf dunkel aschgrau. — Thoraxrücken schwarz, gelbgrau bereift; auf der vorderen Hälfte und auch auf den Schulterbeulen ist die Bereifung heller; es zeigen sich 4 feine dunkle Längslinien, die mittleren am deutlichsten. Hinterleib grüngrau bereift und ganz matt, ohne dunklere Mittellinie; in den seitlichen Vorderecken der Ringe ist die Bestäubung fleckenartig heller, jedoch nicht schillernd; auf dem zweiten und dritten Ringe erscheinen die hinteren Seitenecken fleckenartig dunkelbraun, ohne Glanz; auf dem vierten Ringe vereinigen sich diese Flecken zu einer breiten Hinterrandsbinde, die auf der Mitte dreieckig vorgezogen ist; bei einem Exemplar stehen diese Flecken jedoch auch getrennt; die Spitze des fünften Ringes ist auf der Oberseite kreideweiss bestäubt. Schüppchen und Schwinger hell, letztere jedoch mit etwas dunklem Kopf. Beine ganz schwarzgrau; Mittelschienen auf ihrer Mitte mit 2 deutlichen Borsten, je eine auf der Hinter- und Aussenseite. Vorderschienen ohne Einzelborste; Hinterschienen mit einer mittleren Aussen-

borste. Die Tarsen sind an allen Beinen etwas kürzer als die Schienen; der Vordermetatarsus so lang wie die 4 folgenden Glieder zusammengenommen; der Hintermetatarsus ist nicht verdickt, er ist etwas kürzer als die 4 folgenden Glieder. Flügel schwach gelbgrau gefärbt mit der gewöhnlichen Aderung. Körperlänge 4—4½ mm.

Scatomyzidae.

S. Becker Scatomyz. Berl. Ent. Z. 1894.

80. **Cordylura proboscidea** Zett. Dipt. Sc. V. 2027. 27.
Ein Männchen von Kantaika. (Sahlberg).

81. **Cordylura picticornis** Lw. Wien. Ent. Monatschr. VIII. 22. 6. (1864).
Ein Weibchen aus Kantaika. (Sahlberg) u. v. Sobski. (Bergroth).

82. **Cordylura atrata** Zett. Dipt. Sc. V. 2002. 7.
Drei Männchen aus Kantaika und Dudinka. (Sahlberg).

83. **Cordylura pubera** Fbr. Antl. 315. 10.
8 Exemplare aus Kuschevat. (Bergroth).

84. **Cordylura rufimana** Mg. S. B. V. 232. 6. (1826).
Ein Weibchen aus Sortinge. (Bergroth).

85. **Parallelomma albipes** Fall. Dipt. Suec. Scatom. 9. 8. (1819).
Ein Männchen aus Kantaika. (Sahlberg).

86. **Amaurosoma flavipes** Fall. Dipt. Suec. Scatomyz. 9. 7. (Cordylura).
Ein Weibchen aus Kuschevat. (Bergroth).
Ein Weibchen aus Jeniseisk. (Sahlberg).

87. **Amaurosoma leucostoma** Zett. Dipt. Sc. V. 2063. 54.
Beck. Scatomyz. Berl. Ent. Z. 1894. 117. 40.
Ein Männchen aus Kantaika. (Sahlberg).

88. **Cosmetopus Bergrothi** n. sp. ♂♀.
10 Exemplare aus Obdorsk u. Kuschevat. (Bergroth).

Ich besitze auch ein in Finland von mir gefangenes Exemplar. Diese Art schliesst sich bis auf eine einzige Abweichung vollkommen der Gattung Cosmetopus an. Gemeinsam ist der langgestreckte Körper mit dem verlängerten ersten Hinterleibsringe, die Form des Hypopygiums, Thoraxbeborstung, Kopfform mit den beiden charakteristischen Mundborsten, Fühlerform, den schlanken Beinen mit den verzierten Vorder-Schenkeln und Schienen sowie der Flügeladerung. Worin die Art abweicht, ist die Form der Taster, welche an der Basis ganz dünne und nur an der Spitze kreis- oder löffelförmig verbreitert sind wie ein langgestielter Löffel oder eine Kelle. Trotzdem der Tasterausbildung grade in dieser Gruppe der Hydromyzinen eine grosse Bedeutung beizulegen ist, kann man diese Abweichung alleine bei sonst vollkommen gleichartiger Bildung doch nicht als ausreichenden Grund zu einer generischen Trennung ansehen, um so weniger als auch die nächstfolgende Art Abweichungen von dem ursprünglich angenommenen Gattungs-Charakter zeigt, welche uns nöthigen, den Umfang der Gattung etwas weiter zu fassen. Ich widme diese Art dem verdienstvollen Entdecker.

Männchen. Grundfarbe schwarz. Thoraxrücken mit gelbgrauer, Brustseiten mit grauer Bestäubung; zwei feine dunklere Streifen auf dem Thoraxrücken lassen die Grundfärbung sichtbar werden. Die Thoraxborsten sind gelb mit Ausnahme des letzten Paares der Dorsocentralborsten und des Schildchens. Kopf rein gelb, die obere Hälfte des Hinterkopfes von der Farbe des Thoraxrückens; Untergesicht etwas weisslich bereift, neben dem Ocellenhöcker 2 kleine rothbraune Flecken; auch alle Borsten und Hinterhaupthaare sind gelb bis weiss. Taster gelb, fadenförmig, an der Spitze tellerförmig verbreitert und hier stark verdunkelt. Rüssel glänzend schwarz. Beine nebst Vorderhüften glänzend gelb mit überaus kurzer weicher weisslicher Behaarung; Kniee der Hinterbeine verdunkelt; Vorderhüften mit 3—4 stärkeren Borsten. Die Vorderschenkel sind ein wenig verdickt; auf der Mitte ihrer Unterseite sitzt ein gespaltener gelber Zapfen, in welchen die Schiene hineinpasst; diese hat ebenso wie bei Cosmetopus dentimanus Zett. eine dreifache Erhöhung auf ihrer Innenseite, jedoch sind die beiden ersten Höcker fast mit einander verschmolzen, übrigens sind sie ebenso wie die Stammform mit kurzen schwarzen Börstchen besetzt. Schwinger und Schüppchen gelb. — Hinterleib von der Farbe des Thorax, jedoch etwas glänzend, der erste Ring so lang wie die übrigen zusammen mit sparsamer gelber Behaarung. Das Hypopygium ist eingeschlagen; man sieht am zweiten und dritten Bauchringe zapfen- und krallenförmige Organe hervortreten. Die Flügel sind blassgelb mit bräunlichen Adern, welche denselben Verlauf nehmen wie bei dentimanus, nur divergiren

hier die dritte und vierte Längsader etwas stärker. Körperlänge 5, Flügellänge $4^1/_2$—5 mm.

Weibchen. Von derselben Körperfärbung mit einfachen Vorderbeinen, nur die Vorderschienen tragen auf ihrer Innenseite kurze schwarze Börstchen. Die Taster sind fadenförmig wie beim Männchen, an der Spitze aber weit weniger verbreitert; ihre Spitze ist verdunkelt wie das dritte Fühlerglied; schwarz sind auch die Thoraxborsten und ein Theil der Kopfborsten. An den Flügeln divergiren die dritte und vierte Längsader nur wenig.

89. **Cosmetopus simplicipes** ♂♀. n. sp.

Einige Exemplare aus Dudinka und von der Insel Nikander. (Sahlberg).

Ich muss diese Art ebenfalls der Gattung Cosmetopus einreihen; allerdings darf bei dieser dann der Schwerpunkt nicht auf die verzierten Vorderbeine des Männchens gelegt werden, wie aus dem Gattungsnamen „Cosmetopus" gefolgert werden könnte, vielmehr muss der Gattungsbegriff auch nach dieser Richtung hin erweitert werden. Eine Verzierung der Vorderbeine der Männchen, wie bei den andern beiden Arten, liegt hier nicht vor; die Vorderschenkel sind zwar ebenfalls etwas verdickt, aber nicht mit Zapfen und Einschnitten versehen, sondern auf ihrer Unterseite nur kurz beborstet; dementsprechend sind auch die Vorderschienen einfach. Uebereinstimmend ist aber im Uebrigen die Form aller Körpertheile und die Beborstung; auch bei den Flügeln zeigt sich die Tendenz der vierten Längsader, nach dem Hinterrande hin abzubiegen, sowie die Einbuchtung des Flügelhinterrandes, die hier ganz besonders auffallend ist. s. Fig. 38.

Männchen. Thorax und Hinterleib schwarz; ersterer auf dem Rücken etwas graugelb, an den Brustseiten aschgrau bestäubt mit 2 undeutlichen dunkleren Längslinien, den der Gattung zugehörigen Borsten und spärlicher Behaarung. Der Hinterleib ist weit dünner bereift als der Thorax, so dass er ziemlich glänzend erscheint mit kräftiger schwarzer Behaarung, die namentlich nach dem Ende zu und am Hypopygium stark, fast büschelförmig erscheint. Charakteristisch ist aber die Beborstung auf der Unterseite des Hinterleibes; hier sieht man namentlich an den Seitenrändern des zweiten und dritten Bauchringes starke etwas gekrümmte hellgelbe Borsten hervortreten, welche gegen einander geneigt stehen und auffallen. Das Hypopygium ist eingeschlagen; am dritten und vierten Bauchringe sitzt ein schwarzes, hakenförmiges oder hammerförmiges Organ. Der Kopf ist von gelber Farbe, die Oberseite der Stirn verdunkelt; sie wird an den Seiten durch breite grau bestäubte Ränder eingefasst, auf denen die Frontorbitalborsten stehen; die

obere Hälfte des Hinterkopfes ist ebenfalls grau bestäubt. Fühler schwarz, die ersten beiden Glieder etwas rothbraun; Untergesicht und Wangen kaum etwas weiss bereift. Taster gelb, nicht bandförmig wie bei „dentimanus“ oder löffelförmig wie bei „Bergrothi“, sondern von der gewöhnlich verbreiterten Gestalt wie bei fast allen Hydromyzinen. Rüssel schwarz, der lange Kinnbart gelb. Die Beine sind mit Ausnahme der schwarzgrau bereiften Hüften ganz hellgelb. Vorderschenkel stark verdickt mit mehreren Reihen sehr kurzer schwarzer Börstchen auf der Unterseite; die Vorderschienen sind einfach. Die Mittelschenkel sind auch etwas geschwollen, wenn auch nicht so stark wie die Vorderschenkel. Die schlanken Hinterschenkel sind, von oben besehen, etwas nach auswärts gebogen; auf ihrer Oberseite steht eine Reihe ziemlich starker schwarzer Borsten; auf der Unterseite sind sie mit langer weicher weissgelber Behaarung versehen; im Uebrigen ist die sehr zarte Behaarung der Beine schwarz. Die Flügel sind charakteristisch in der Form und in der Beugung des letzten Theils der vierten Längsader; der Flügel-Hinterrand hat hier einen deutlichen Ausschnitt und ist an dieser Stelle lang bewimpert. s. Fig 38. Körperlänge 5—5½ mm.

90. **Spathiophora hydromyzina** Fall. Scatomyz. 7. 2. (1819).
2 Weibchen aus Beresov u. Kuschevat. (Bergroth).

91. **Trichopalpus punctipes** Mg. S. B. V. 239. 20. (Cordylura).
12 Exemplare aus Beresov, Sorebugorski, Kuschevat u. Sobski. (Bergroth).
2 Exemplare von der Insel Nikander. (Sahlberg).

92. **Okenia caudata** Zett. Ins. Lapp. 734. 40. Dipt. Sc. V. 2075. 64.
7 Exemplare aus Kantaika. (Sahlberg).

93. **Okenia dasyprocta** Lw. Wien. Ent. Monatschr. 1864. 25. 8. (Cordylura).
Ein Männchen aus Kantaika. (Sahlberg).

94. **Lasioscelus clavatus** Zett. Dipt. Sc. V. 2041. 38 u. 2071. 61. (immunda).
Mehrere Exemplare aus Kantaika u. Dudinka. (Sahlberg).

95. **Lasioscelus Sahlbergi** n. sp. ♂♀.
5 Exemplare aus Kantaika u. Dudinka. (Sahlberg).

Diese Art ist durch ganz hell rothgelbe Beine, andere Beborstung der Vorderschienen und etwas anderen Verlauf der Flügeladern leicht von der Art clavatus zu unterscheiden. Ich benenne diese schöne Art dem rastlosen Forscher zu Ehren.

Männchen. Von schwarzer Grundfarbe; Thoraxrücken mehr gelbgrau bestäubt im Gegensatz zur Art clavatus, die sich durch aschgraue Bereifung auszeichnet. Der Thoraxrücken ist nur spärlich beborstet und behaart; zwischen den Dorsocentralborsten stehen nur 2 Reihen spärlich vertheilter Härchen; das Schildchen ist ausser den 4 Randborsten fast nackt; die aschgrauen Brustseiten sind ebenfalls ganz kahl; über den Mittelhüften am Sternum sieht man ausser der starken schwarzen Borste einige wenige helle Haare. Der Kopf ist von gelber Grundfarbe mit rothgelber Stirn und aschgrauen Seitenrändern und Hinterkopf. Fühler rothgelb; das dritte Glied ist jedoch grösstentheils gebräunt und etwas kurzer als bei clavatus Zett.; Fühlerborste kurz, nackt, an der Wurzel stark verdickt und plötzlich abfallend. Das Untergesicht ist wie bei clavatus weiss bestäubt; am Mundrande stehen dicht gedrängt c:a 8—10 deutliche schwarze Borsten. Taster weissgelb. Der Hinterleib mit seiner schwarzgrauen Bereifung ist auch seiner ausseren Form nach dem der Art clavatus Zett. ähnlich; s. Beck. Scatomyz. I. Taf. VII. fig. 1; die Behaarung ist spärlich, überwiegend schwarz. Die Beine sind ganz rothgelb; bei clavatus sind die Schenkel auf der Wurzelhälfte, mitunter auch bis zur Spitze schwarz. Die Beborstung der Vorderschenkel auf ihrer Unterseite ist bei unserer Art nicht so kräftig wie bei clavatus, hauptsächlich aber weisen die Schienen an ihrer Innenseite eine andere Beborstung auf; letztere ist bei beiden Arten derartig, dass auf der Wurzelhälfte 2 Reihen von Borsten stehen; auf der Spitzenhälfte nur eine Reihe mit etwas längeren Borsten. Der Unterschied besteht nun darin, dass diese Börstchen der Wurzelhälfte bei clavatus nur angedeutet, bei unserer Art aber deutlich ausgebildet sind, so dass sie fast wie 2 in der Mitte getrennte Haarbüschel hervortreten. Die Flügel haben dieselbe graubräunliche Trübung wie bei clavatus; ein Unterschied liegt aber doch in der Beugung der vierten Längsader; diese entfernt sich auf ihrem letzten Abschnitt bei clavatus weit mehr vom Flügelrande als bei der Art Sahlbergi; auch ist die zarte weisse Randbewimperung an dieser Stelle bei clavatus weit länger als sonst am Hinterrande der Flügel; bei unserer Art sind die Wimpern alle gleich lang.

Weibchen. Es unterscheidet sich vom Manne durch dunklere Fühler, ein schmutzig weisses Gesicht und durch weit kürzere Beborstung der Vorder- und Hinterbeine. Man wird dasselbe aber leicht an den ganz rothgelben

Beinen von den Weibchen der Art clavatus unterscheiden können. Körperlänge $4^1/_2$—5 mm.

96. **Microprosopa albipennis** Zett. Dipt. Sc. V. 2017. 19 u. 2044. 41. (niveipalpis).
Ein Pärchen von der Insel Nikander. (Sahlberg).

97. **Microprosopa pallicauda** Zett. Ins. Lapp. 733. 36. Dipt. Sc. V. 2053. 47.
Ein Weibchen von Kantaika. (Sahlberg).

98. **Microprosopa haemorrhoidalis** Mg. S. B. V. 237. 17. (Cordylura).
Mehrere Exemplare von Kantaika. (Sahlberg).

99. **Microprosopa lucida** n. sp. ♀.
Ein Weibchen von Kantaika. (Sahlberg).
Durch unbestäubten glänzend schwarzen Thorax und Hinterleib, ganz gelbe Beine von allen bekannten Arten ausgezeichnet.
Weibchen. Thorax und Hinterleib unbestäubt, glänzend schwarz, mit kurzen feinen weissen Härchen. Kopf von rothgelber Grundfarbe; Hinterkopf glänzend schwarz. Stirn oben mattschwarz, nach unten hin in's Gelbe übergehend. Wangen, Backen und Untergesicht dünn weiss bereift. Fühler gelb, das dritte Glied schwarz mit sehr kurzer, an der Wurzel verdickter Borste. Taster gelb, Rüssel schwarz; alle Haare und Börstchen gelblich. Beine ganz rothgelb, ohne Borsten mit zarter weisser Behaarung. Schüppchen weiss, Schwinger gelb. Flügel zart gelb gefärbt mit gelben Adern. 3 mm. lang.

100. **Norellia flavicauda** Mg. S. B. V. 235. 12. (Cordylura). ♂♀.
3 Exemplare aus Kuschevat. (Bergroth).

101. **Norellia liturata** Mg. S. B. V. 238. 19. (1826). ♂♀
11 Exemplare von Dudinka, Kantaika u. der Insel Nikander. (Sahlberg).

102. **Scatophaga stercoraria** Fbr. Antl. 307. 19. ♂♀.
3 Exemplare aus Obdorsk und Kuschevat. (Bergroth).

103. **Scatophaga suilla** Fbr. Ent. Syst. IV. 343. 129. ♂.
Ein Männchen aus Sortinge. (Bergroth).

104. **Scatophaga incola** n. sp. ♂.

4 Männchen von Kantaika und der Insel Nikander. (Sahlberg).

Eine Art mit befiederter Borste, hellen Fühlern und deutlich gebräunten Queradern. Meine Bestimmungstabelle s. Scatomyzid. Berl. Ent. Z. 1894. 162 führt zu Scat. suilla Fbr., die sich aber alleine schon durch ihre ganz hellgelbe abweichende Färbung als eine andere Art zu erkennen giebt.

Männchen. Von schwarzer Grundfarbe mit nur dünner graubrauner Bereifung, daher von etwas glänzend braunem Aussehen. Thorax ziemlich kahl; ausser den nur feinen Dorsocentralborsten sieht man zwischen diesen nur 2 Reihen feiner kurzer schwarzer Akrostikalbörstchen. Die Spitze des Schildchens ist deutlich rothgelb. Die Behaarung der Brustseiten auch nur spärlich, überwiegend schwarz. Der Kopf ist von rother Grundfarbe, die aber auf der oberen Hälfte des Hinterkopfes, an den Augenrändern der Stirn und auf den Wangen verdunkelt ist. Backen, Fühler und Stirn sind, letztere mit Ausnahme einer dunkleren vorderen Querbinde, roth; die Fühlerborste ist auf ihrer Mitte gefiedert; die Taster sind gelb. Betrachtet man das Untergesicht, Wangen und Stirn von der Seite schräg, so schimmern die Flächen weiss. Die Beborstung und Behaarung des Kopfes ist äusserst spärlich; von Mundborsten sieht man zwei etwas längere, von Frontorbitalborsten c:a 5. Vom Kinnbarte ist kaum eine Spur vorhanden. Schüppchen und Schwinger gelb. Der Hinterleib hat in Folge der geringen Bestäubung einen glänzend schwarzen Schimmer; der vierte und fünfte Hinterleibsring sind an den Hinterrändern roth; von derselben Farbe ist das Hypopygium. Die Behaarung des Hinterleibes ist nur kurz; sowohl die etwas längeren borstenähnlichen Haare an den Hinterrändern wie auch die übrigen senkrecht abstehenden Haare sind nur fein und schwarz; an den Seitenrändern und am Bauche werden sie jedoch etwas länger; auf der Unterseite des Hypopygiums nehmen sie sogar einen borstenähnlichen Charakter an. Die Beine sind rothgelb mit z. Th. verdunkelten Schenkeln. Die Vorderschenkel haben einen deutlichen schwarzbraunen Längsstreifen auf ihrer Oberseite, die Mittelschenkel gewöhnlich nur einen solchen Wisch; es giebt aber auch Exemplare mit verdunkelten Schenkeln, bei denen nur die Spitze derselben und ihre Unterseite rothgelb sind. Schienen und Tarsen sind rothgelb. Die Schenkel sind schlank und ohne Borsten mit feiner und dichter aber nur kurzer schwarzer Behaarung. Die Schienenbeborstung ist nur schwach ausgebildet; an den Hinterschienen sieht man nur 4—6 zarte längere Borstenhaare; die innere Schienen-Endborste ist etwas gekrümmt; sämmtliche Beinhaare sind schwarz. Die Flügel haben eine

stark gelbliche Trübung mit gelbbrauner Wurzel und ebensolchen Adern; beide Queradern sind deutlich verdunkelt. Körperlänge 6—7½ mm.

105. **Scatophaga obscurinervis** n. sp. ♂♀.

2 Pärchen von der Insel Nikander und Dudinka. (Sahlberg).

Eine kleine dicht graubraun bestäubte Art mit nackter Fühlerborste, deutlich braun umsäumten Queradern und rothgelben, an der Spitze verdunkelten Fühlern. Die Bestimmungstabelle leitet auf squalida Mg. hin, welche aber durch beborstete Hinterschenkel und durch stärkere Beborstnng aller Schienen, auch durch erheblichere Körpergrösse abweichend gebildet ist.

Männchen. Thoraxrücken dicht graubraun bestäubt mit nur spärlicher Behaarung. Akrostikalbörstchen in 2 Reihen; von dunkleren Längsstreifen sind nur schmale Anfänge vorhanden; an den Brustseiten ist die weiche Behaarung gelbgrau. Schüppchen und Schwinger schmutzig gelbbraun. Der Kopf ist von hell röthlicher Grundfarbe mit dichter gelbgrauer Bestäubung am Hinterkopfe. Stirn hell bis dunkel purpurroth mit gelbgrau bestäubten Augenrändern. Untergesicht schmutzig weiss. Fühler rothgelb; das dritte Glied ist zum grössten Theil gebräunt und von breiterer Form als gewöhnlich, so dass dadurch die Fühler gross erscheinen; die Borste ist nur kurz, an der Wurzel verdickt und allmälig abfallend, braun, fast nackt. Am Mundrande steht nur eine Hauptborste; Taster ziemlich stark; Kinnbart spärlich graugelb; von Frontorbitalborsten sieht man jederseits 6; 3 nach der Mitte, 3 nach aussen geneigt. — Der Hinterleib ist dicht graubraun bestäubt; der vierte und fünfte Ring dagegen ockergelb, ebenso wie das Hypopygium. Die Behaarung des Hinterleibes ist ziemlich lang vorne, an den Seiten und am Hypopygium graugelb, sonst bräunlich bis schwarz. Die Beine sind in beiden Geschlechtern ganz rothgelb; die Schenkel haben keinerlei Borsten. Hinterschienen mit c:a 6 Aussenborsten; die feine Behaarung auf der Unterseite der Schenkel ist fahlgelb, im Uebrigen überwiegend schwarz. Die Flügel sind gelbbraun gefärbt, am Vorderrande stärker als hinten; die Adern haben die gleiche Färbung; beide Queradern hingegen sind dunkel und braun umsäumt. 3½—5 mm. lang.

Weibchen. Kürzer behaart. Die Hinterschenkel haben auf ihrer Oberseite mehrere schwarze Borsten; andere Unterschiede sind nicht vorhanden.

106. **Scatophaga villipes** Zett. ♀. Dipt. Sc. V. 1977. 13. Ins. Lapp. 722. 8. ♂.

Drei Weibchen von Dudinka und der Insel Nikander. (Sahlberg).

Eine Art mit nackter Fühlerborste, schwarzen Fühlern, ungefleckten Flügeln, langen Haaren, schwachen Borsten. Zetterstedt hat nur das Männchen beschrieben.

Weibchen. Thorax schwarzgrau bestäubt, mit den Anfängen dunklerer Längsstreifen, mit langer feiner schwarzer Behaarung. Die normalen Borsten sind sehr zart, so dass sie sich auf dem vorderen Theil des Rückens von der übrigen feinen Behaarung nicht unterscheiden; nur hinten vor dem Schildchen stehen 2 stärkere Dorsocentralborsten; im Uebrigen ist diese Borstenreihe durch mehrzeilig gereihte feine Haare ersetzt. Die Akrostikalbörstchen stehen ebenfalls unregelmässig in mehreren Reihen. Die dünne Behaarung der Brustseiten ist graugelb. Der Kopf hat ebensolche Bestäubung, nur unmittelbar über den Fühlern hat die Stirn rothe Färbung; letztere sind ganz schwarz, ihre Borste desgleichen ist kurz, an der Wurzel dick, fast nackt.

Unter den vielen Mundborsten treten 2 durch besondere Stärke und Länge hervor. Die Frontorbitalborsten bestehen nicht aus einer Reihe einzelner Borsten, sie werden vielmehr durch mehrzeilige feinere schwarze Haare ersetzt — ich zähle c:a 12—16 auf jeder Seite. — Die Taster sind an der Spitze breit verdunkelt, im Uebrigen schmutzig gelbgrau. Der Hinterleib ist dunkelbraungrau bestäubt, auf den ersten beiden Ringen und an den Seitenrändern fahlgrau behaart; auf den anderen Ringen und namentlich an deren Hinterrandssäumen stehen schwarze Haare. Schwinger und Schüppchen schmutzig gelbbraun. Beine schmutzig rostgelb; die Schenkel sind bis auf die äusserste Spitze braungrau bestäubt und dunkler, mit feiner heller Behaarung. Die Beborstung der Schenkel tritt nicht hervor, auch die Schienenbeborstung ist ausserordentlich zart; an den Hinterschienen sieht man unter den vielen langen Haaren noch c:a 6 längere feine Borstenhaare hervortreten; auffällig lang behaart, stärker als sonst üblich, sind die Vorderschienen. Die Farbe der Haare ist hell. Die fast farblosen nur wenig graubraun getrübten Flügeln haben braune Adern ohne dunklere Stellen und ohne Trübung u. Fleckung der Queradern. Körperlänge 5 mm.

Von dem Männchen, das Zetterstedt beschreibt, weichen diese Weibchen nur durch etwas geringere Körperlänge und verdunkelte Fühler und Tasterspitze ab. Hinsichtlich der übrigen Körpertheile, ihrer Färbung und Behaarung herrscht aber vollkommene Uebereinstimmung, so dass ich wegen der Zugehörigkeit der Geschlechter nicht im Zweifel bin.

107. **Clidogastra nigriceps** Beck. Scatom. Berl. Ent. Z. 1894. 181. 119. ♂.

5 Exemplare von Dudinka u. Kantaika. (Sahlberg).

Diese von mir in St. Moritz entdeckte Art scheint also hochnordischen Ursprunges zu sein.

108. **Clidogastra nigrita** Fll. Mg. S. B. V. 240. 23. (Cordylura).

Ein Weibchen aus Jeniseisk. (Sahlberg).

109. **Gymnomera mellina** n. sp. ♀.

2 Weibchen aus Dudinka. (Sahlberg).

Mit ihrem ganz glänzend gelbem Thoraxrücken zeigt diese Art am meisten Verwandtschaft mit G. tarsea Zett.; letztere Art hat aber ein schwarzes drittes Fühlerglied u. schwarze Tarsen; auch ist die dritte Längsader nicht so stark gekrümmt.

Weibchen. Ganz glänzend honiggelb. Seitennaht des Rückens zwischen Schulterbeule und Flügelwurzel schwarz. Brustseiten und Hüften sind bei weisslicher Bestäubung matt. Kopf ebenfalls mattgelb, Wangen und Untergesicht weiss bereift. Mundborsten sind kaum vorhanden, meist nur durch einige feine gelbe Härchen angedeutet. Fühler und Rüssel sind im Gegensatz zu „tarsea" ganz hellgelb; auch die Fühlerborste ist an der Wurzel hell. Hinterleib ebenfalls glänzend gelb mit deutlich schwarzen Hinterrandssäumen. Die Beine sind mit allen Tarsen ganz hellgelb. Flügel sind ebenso gefärbt; die dritte Längsader ist viel stärker gekrümmt als bei „tarsea Fll.", so dass die dritte und vierte in ihrem Verlauf zur Flügelspitze etwas convergiren, während sie bei „tarsea" etwas divergirend verlaufen. 5 mm. lang.

Helomyzidae.

110. **Blepharoptera iners** Mg. S. B. VI. 57. 22. Lw. Helomyzidae. 1859. 63. 6.

Ein Männchen aus Sorebugorski. (Bergroth).

Eine durch die Beborstung der Sternopleuren sowie verbreiterte und verdunkelte Vordertarsen sehr kenntliche Art.

111. **Blepharoptera serrata** L. Fauna Suec. II. 1847.

2 Weibchen aus Tobolsk. (Bergroth).

LIBRARY

Sciomyzidae.

112. **Sciomyza Schoenherri** Fll. Dipt. Suec. supplem. II. 13. (1826).
Ein Männchen aus Beresov. (Bergroth).

113. **Sciomyza glabricula** Fll. Dipt. Suec. Sciomyz. 15. 11. (1820).
Ein Männchen aus Sortinge. (Bergroth).

114. **Sciomyza dryomyzina** Zett. Dipt. Scand. V. 2094. 4.
Ein Pärchen aus Sorebugorski. (Bergroth).

115. **Sciomyza dorsata** Zett. Dipt. Scand. V. 2096. 7. (1846).
Ein Pärchen von Sorebugorski u. Beresov. (Bergroth).

116. **Sciomyza nana** Fall. Dipt. Suec. Sciomyz. 15. 12. (1820).
Ein Männchen von Dudinka. (Sahlberg).

117. **Sciomyza unicolor** Lw. Ent. Z. v. Stettin 1847. 199.
Ein Weibchen aus Dudinka. (Sahlberg).

118. **Sciomyza griseicollis** n. sp. ♀.

Ein Weibchen von der Insel Nikander (Sahlberg) u. aus Kuschevat. (Bergroth).

In Zetterstedt's Sammlung ist die Art nicht vertreten. Unter den Sciomyzen mit ganz nackter Fühlerborste, deren Stirn keine Mittelstrieme haben, kenne ich nur die Art ventralis Fall., mit der diese Art zu vergleichen wäre. Sc. ventralis ist aber weit kleiner, hat eine andere Färbung des Thoraxrückens, dunklere Vorderbeine, weit geringere Verdunkelung der Queradern und eine andere Beborstung der Pteropleuren.

Weibchen. Thoraxrücken graubraun bis graugelb mit 4 nur wenig hervortretenden bräunlichen Längslinien. Brustseiten düster braungrau mit deutlich behaarter Pteropleura; unter diesen kleinen Härchen machen sich 4—5 stärkere Borsten bemerkbar.* Schüppchen und Schwinger schmutzig weiss

* **Anmerkung.** Die Behaarung und Beborstung der Pteropleuren ist ein charakteristisches Kennzeichen der Gattung Sciomyza, nach meinen Untersuchungen eins der wenigen verlässlichen Unterscheidungsmerkmale von Tetanocera, bei der die Pteropleuren ganz nackt sind. Die Kürze der Fühler, welche Schiner als einziges Unterscheidungsmerkmal der Sciomyzen von Tetanocera angiebt, ist ebenso wenig wie die Kürze des Gesichtes zur Unterscheidung ausreichend und

bis hellbraun. Stirn mattroth ohne Mittelstrieme in der Verlängerung des Ocellendreiecks; letzteres, die Augenränder, soweit Frontorbitalborsten darauf stehen, Hinterkopf, Untergesicht und Backen sind gelbgrau bestäubt. Taster gelb, Rüssel braun. Fühler ganz roth, von gewöhnlicher Form mit ganz nackter an der Wurzel dunkler Fühlerborste. Die Prothorakalborste ist deutlich. Der Hinterleib hat dieselbe Farbe wie der Thorax im Gegensatz zu ventralis, bei der der Thorax blaugrau, der Hinterleib gelb gefärbt ist. Die Behaarung ist kurz schwarz, am letzten Ringe stehen wie gewöhnlich Randborsten. Die Beine, auch die Vorderbeine sind ganz rothgelb, nur die Endglieder der Vordertarsen sind verdunkelt. Flügel schwach gelbgrau mit stark geschwärzten Queradern. Von der Mitte der kleinen Querader zweigt sich ein dunkles Aderrudiment als Anfang einer überzähligen Längsader ab (auf beiden Flügeln). $4^1/_2$ mm. lang.

119. **Tetanocera ferruginea** Fll. Dipt. Suec. Sciomyz. 9. 9. (1820). ♂♀.
4 Exemplare aus Sorebugorski u. Obdorsk. (Bergroth).

120. **Tetanocera** sp.
Ein Männchen aus Beresov. (Bergroth).
Von mittlerer Grösse; mattgelb ohne Thoraxstreifen mit etwas verdunkelten Endtarsen und gebräunten Queradern. Es ähnelt der Art unicolor Lw., ist aber von dieser durch das verlängerte zweite und kegelförmig zugespitzte dritte Fühlerglied abweichend gebildet. Ich glaube, dass es eine neue Art ist und besitze sie ebenfalls aus Lappland. Eine Beschreibung würde aber nur innerhalb des Rahmens einer monographischen Bearbeitung dieser einander so nahestehenden schwierig zu unterscheidenden Arten von Werth sein.

121. **Elgiva dorsalis** Fbr. Entom. Syst. IV. 354. 173. (1794).
Ein Männchen von Tjumen. (Sahlberg).

Ortalidae.

122. **Tetanops myopina** Fll. Dipt. Suec. Ortalid. 2. 1. (1820). ♂♀.
6 Exemplare aus Sorebugorski. (Bergroth).

---

hat bei dem Variiren dieser Formen als relatives Merkmal keinen ausschlaggebenden Werth. Besser ist schon, was Rondani Prodr. I darüber sagt, in dem er die grössere Länge des zweiten Fühlergliedes bei der Gattung Tetanocera hervorhebt, was auch in den meisten Fällen zutreffend ist.

123. **Cephalia flavoscutellata** n. sp. ♀.

Ein Weibchen von Dudinka. (Sahlberg).

Diese Gattung wird von Loew zu den Ortaliden gerechnet; s. Loew. North American Diptera I. 43.

Die vorliegende Art ist weder mit rufipes Mg., nigripes Mg. noch mit quadripunctata Gimmerth. identisch. Auch Cephalia myrmecoides Lw. Wien. Ent. Monatschr. 1860. 8. 3. 9 aus Nord-Amerika ist eine andere Art, deren Schwinger und Schildchen schwarz sind, bei der auch die Flügel an der Wurzel eine schwarze Zeichnung haben.

Verglichen sind auch noch folgende Arten:

Wiedem. Aussereurop. Zweifl. II. 469. Cephalia femoralis, fascipennis u. marginata aus Brasilien.

Rob. Desvoidy Myod. 721. 723. Polystodes ichneumoneus.
Myrmecomyia formicaria, micropezoïdea.

Weibchen. Thorax glänzend schwarz, in der Gegend der Schulterbeulen dunkel rostroth. Schildchen gelb mit 2 Borsten. Kopf rostroth; Stirn verdunkelt, auf der Mitte eine etwas flache Längsrinne, die von dunkler Bestäubung etwas matt ist. Die Fühler haben ein braun bestäubtes drittes Fühlerglied, die beiden ersten Glieder sind gelb; Borste ziemlich lang, nackt. Das gewölbte Untergesicht glänzend rothbraun mit schmalen etwas weiss bereiften Wangen. Hinterrücken und Hinterleib glänzend schwarz, die zerstreute kurze schwarze Behaarung ist kaum zu erkennen; Legeröhre glänzend schwarz. Schwinger gelb. Beine schwarz mit rothen Hüftgelenken, auch die äusserste Wurzel und Spitze der Schenkel und die Kniee sind rostgelb. Die Flügel haben an der Spitze einen grossen schwarzbraunen Flecken; er beginnt an der Spitze der Randzelle, deren äusserste Ecke auch noch braungefärbt ist und verläuft allmälig verblassend hinter der Mündung der vierten Längsader; innere Begrenzung buchtig. $4^1/_2$ mm. lang.

124. **Ortalis unicolor** Lw. Neue Beitr. II. 21. ♀.

Zwei Weibchen aus Kantaika. (Sahlberg).

Trypetidae.

125. **Tephritis pulchra** Lw.? Monogr. d. Tryp. 115. 26. Taf. XXIV. 2. ♀.

Ein Weibchen vom Ivanov'schen Kloster. (Bergroth).

Dies Thier hat grosse Aehnlichkeit mit der von Loew aus der Mittelmeer-Gegend beschriebenen Art pulchra. Das Exemplar ist nicht gut genug conservirt, um ein bestimmtes Urtheil abgeben zu können.

126. **Oxyna tessellata** Lw. Germ. Zeitschr. V. 396. Tab. II. fig. 49. (1844).

„ die Europ. Bohrfliegen 1862. 90. 8.

Ein Weibchen aus Tschornaja ostrov. (Sahlberg).

127. **Carphotricha pseudoradiata** n. sp. ♀.

Ein Weibchen aus Jeniseisk. (Sahlberg).

Die zu vergleichenden Arten sind folgende:

Carphotricha *guttularis* Mg. S. B. V. 341. 44. Lw. Monogr. d. Tryp. 77. 1. Tafel XIII.

„ *pupillata* Fll. K. Vetensk. Ak. Handl. 1814 171. 18. Lw. Monogr. 78. 2.

„ *strigilata* Lw. Stett. Ent. Z. 1855. 16. (Griechenland).

„ *guttulosa* Lw. Berl. Ent. Z. 1870. 143. (Spanien).

„ *vespillo* Schin. Novara Reise 275. 126. (Süd-Amerika).

„ *culta* Wiedem. Aussereurop. Dipt. II. 486. 16. (Savannah).

„ *latifrons* Lw. Monogr. of the Dipt. of N. Amer. III 283. 34. Taf. X. fig. 22. (Carolina).

„ *alpestris* Pok. Dipt. Fauna Tirols. Verh d. z. b. G. 1887. 33. (Alpengebiet).

„ *pavonina* Portsch. Faune dipt. de la Russie 34. Pl. II. fig. 6—7. (Russland).

Weibchen. Schildchen mit 4 Borsten. Die braune Flügelzeichnung hat jedoch weder mit pupillata Fll., strigilata Lw., noch mit guttularis Mg. viel Aehnlichkeit. Die bei pupillata so charakteristische strahlenförmige Fleckenzeichnung ist hier nur noch in der Vorderrandzelle durch das Zusammenfliessen einiger heller Flecke angedeutet. Ihre nächste Verwandte ist Carph. alpestris Pok., die sich aber durch glänzend schwarzen Hinterleib, kürzere Legeröhre und durch etwas andere Anordnung der Flügelflecken unterscheidet. Während nemlich bei unserer Art sämmtliche am Flügel-Vorderrand stehenden Flecken selbst mit Durchbrechung der Vorderrandader in den Flügelrand ausmünden, stehen diese Flecken bei „alpestris" alle isolirt, vom Rande entfernt.

Thorax und Kopf lehmgelblich. Stirn mit starken schwarzen, z. Th. auch weissgelben Borsten; am Hinterkopfe und am Kinn sind sie alle von dieser

Farbe. Das Untergesicht hat durch weissliche Bestäubung eine etwas hellere Färbung. Fühler gelb; das dritte Glied ist zugespitzt mit pubescenter Borste. Augen länglich. Auf dem Thoraxrücken und Schildchen sind die Borsten schwarz; die Dorsocentralborsten stehen mit ihrer Wurzel auf einem braunen kreisförmigen Flecken. Schildchen glänzend schwarz mit rothbrauner Spitze. Hinterleib dunkelbraungrau bestäubt, matt, mit 3 Reihen hellgrau bestäubter Flecken, auf der Mittellinie und an den Seiten; nur der letzte Hinterleibsring hat einen glänzend schwarzen Hinterrandssaum und ist mit 6 langen schwarzen Borsten besetzt; im Uebrigen ist die zerstreute Behaarung weiss wie bei alpestris. Die Legeröhre ist glänzend schwarz, sehr breit und so lang wie die letzten 4 Ringe zusammengenommen; die Unterseite der Legeröhre ist glänzend gelb. Beine ganz gelb ohne Zeichnung; Vorderschenkel auf ihrer Unterseite mit c:a 4 starken schwarzen Borsten.

Körperlänge einschliesslich der Legeröhre $4^1/_2$, Flügellänge $3^1/_2$ mm.

Um auch die Unterschiede von den übrigen Arten klar zu stellen, gebe ich nachstehend eine Bestimmungstabelle für alle von mir genannten Arten.

Bestimmungstabelle

für die Arten der Gattung Carphotricha Lw.

1	Schildchen mit 6 Borsten. Gelb. Flügel nicht strahlenförmig sondern punktförmig gefleckt. Hinterleib grau mit 4 braunen Fleckenreihen. Kopf und Beine gelb. Gesicht und Hinterschenkel schwarz gefleckt		pavonina Portsch. ♂.
	Schildchen mit 4 Borsten	2	
	Schildchen mit 2 Borsten	6	
2	Die hellen Flügelflecken sind am Rande des Flügels mehr oder weniger strahlenförmig in einander geflossen	3	
	Die hellen Flügelflecken sind kreisförmig, höchstens in der Vorderrandzelle durch Zusammenfliessen etwas länglich. Zeichnung nicht strahlenförmig	5	
3	Schildchen ganz gelb. Hinterleib glänzend schwarz. Beine rothgelb. Kubitalader gedornt		vespillo Schin. ♂♀.
	Schildchen glänzend schwarz. Hinterleib nicht ganz glänzend schwarz	4	
4	Schildchen am Rande gelb. Thorax matt gelbgrau. Hinterleib ockergelb; letzter Abschnitt beim Männchen glänzend gelb mit 2 schwarzen Flecken. Gesicht des Weibchens schwarzgefleckt. Beine ganz gelb		pupillata Fll. ♂♀.
	Schildchen ganz schwarz. Thorax bräunlich grau, matt. Hinterleib dunkel ockergelb; letzter Hinterleibs-Abschnitt in beiden Geschlechtern glänzend schwarz. Gesicht in beiden Geschlechtern schwarz gefleckt. Beine gelb. Schenkel mit schwarzem Ring und Strieme		strigilata Lw. ♂♀.

5	Thorax grünlich aschgrau mit 3 braunen Längsstreifen. Schildchen schwarz. Hinterleib mit Ausnahme des ersten Ringes glänzend schwarz. Flügel mit kreisförmigen Flecken, die am Vorderrande die Randader nicht berühren . . .		alpestris Pok. ♀.
	Thorax lehmgelblich. Schildchen schwarz mit rothbrauner Spitze. Hinterleib dunkel braungrau mit 3 Reihen hellgrau bestäubter Flecken; letzter Ring mit glänzendem Hinterrandssaum. Die Flügelflecken am Vorderrande durchschneiden die Randader		pseudoradiata Beck. ♀.
6	Hinterleib ganz matt rostgelb mit kleinen schwarzbraunen Punkten. Flügel mit lehmgelber, braun umränderter strahlenförmiger Zeichnung		culta Wied. ♀.
	Hinterleib mit einzelnen glänzenden Ringen	7	
7	Hinterleib mattbestäubt; letzter Ring glänzend schwarzbraun. Flügel mit schwarzbrauner strahlenförmig angeordneter Fleckenzeichnung; in der Mitte der ersten Hinterrandzelle und in der Verlängerung der äusseren Querader ein ovaler dunkler Fleck		latifrons Lw. ♀.
	Hinterleib mattbestäubt; die 3 letzten Ringe glänzend		guttulosa Lw. ♀.
	Hinterleib mattbestäubt; nur die beiden letzten Ringe glänzend		guttularis Mg. ♂♀.

Tanypezidae.

128. **Calobata stylifera** Lw. Berl. Ent. Z. 1870. 212. Europ. Dipt. III. 255. 164.

3 Männchen aus Samarovo und Beresov. (Bergroth).

1 Weibchen aus Dudinka (Sahlberg).

129. **Calobata cothurnata** Panz. F. Germ. LIV. 20. (1798).

2 Exemplare aus Beresov u. Sortinge. (Bergroth).

Psilidae.

130. **Chyliza leptogaster** Panz. F. Germ. LIV. 19. (1798).

4 Exemplare aus Jeniseisk. (Sahlberg).

Phytomyzidae.

131. **Phytomyza affinis** Fall. Dipt. Suec. Phytom. 3. 3. (1823).

1 Exemplar aus Sorebugorski. (Bergroth).

Chloropidae.

132. **Meromyza pratorum** Mg. S. B. VI. 165. 1
1 Exemplar aus Sorebugorski. (Bergroth).

Geomyzidae.

133. **Opomyza guttipennis** Zett. Ins. Lapp. 762. 4. Dipt. Sc. VI. 2419. 4.
1 Männchen vom Obi Fl. (Sahlberg).

134. **Balioptera tripunctata** Fll. (Geomyza). Dipt. Succ. 2. 2.
1 Männchen aus Tjumen. (Sahlberg).

Drosophilidae.

135. **Drosophila albopunctata** n. sp. ♀.
Ein Weibchen von der Insel Nikander. (Sahlberg).
Diese Art zeichnet sich dadurch aus, dass die Spitze der Flügel deutlich weiss gefleckt ist.
Weibchen. Thorax, Kopf und Beine rothgelb, matt. Brustseiten desgleichen. Wangen, Backen und Augenränder etwas weisslich bereift. Der Mundrand ist ausser einer Hauptborste noch mit einer Reihe etwas kleinerer Borsten eingefasst. Rüssel, Taster, Fühler gelb; Fühlerborste weitläufig gefiedert, oben mit 4, unten mit 2 Strahlen. Hinterleib auf der Oberseite dunkelrostbraun bis schwarz, schwach glänzend mit kurzen schwarzen Haaren, an der Wurzel und am Bauche rostgelb. An den Vorderbeinen sind die Schenkel auf der Mitte, die Schienen und die Tarsen mit Ausnahme der letzten Glieder gebräunt; die hinteren Beine sind ganz rothgelb. Die Flügel sind lang, von schwach gelbbräunlicher Färbung; die Randader ist dick und dunkel bis zur vierten Längsader; an der Mündung der zweiten Längsader macht sich ein schwacher brauner Wolkenschatten bemerkbar; an der Mündung der dritten Längsader nimmt die Flügelfläche einen weissglänzenden Ton an; auch die Randader an den Spitzen der dritten und vierten Längsader ist in geringer Ausdehnung farblos und glänzend; die Queradern stehen so zu einander, dass der letzte Abschnitt der vierten Längsader $2^1/_2$ mal so lang ist als der vorletzte. Körperlänge $2^3/_4$ mm.

Ephydridae.

136. **Parydra aquila** Fall. Dipt. Suec. Hydrom. 4. 3. (1823).
1 Exemplar von Kondinsk. (Bergroth).

Borboridae.

137. **Borborus pedestris** Mg. S. B. VI. 209. 30.
Mehrere Exemplare von Tolstoinos, Obi fl. und Jenisej fl. (Sahlberg).

Anmerkung. Die Typen zu den vorstehend gegebenen Beschreibungen befinden sich sämmtlich im Helsingforser naturhistorischen Museum; soweit Duplikate vorhanden waren, auch in meiner Sammlung.

Erklärung der Figuren.

Figur 1. Omphalophora oculata Beck. ♂ Kopf.
2. „ „ „ ♀ Taster und Rüssel.
3. Leptis notata Mg. ♂ Kopf.
4. Sphaerogaster arcticus Zett. ♂ ganze Figur.
5. „ „ „ ♂ Kopf von Vorne.
6. Rhamphomyia anomalina Zett. Flügel des Weibchens.
7. „ poeciloptera Beck. ♀ Flügel.
8. „ „ „ ♀ Hinterbein.
9. „ spissirostris Fll. ♀ Flügel.
10. „ „ „ ♀ Hinterbein.
11. „ omissinervis Beck. ♂ Flügel.
12. „ „ „ ♂ Hypopygium.
13. „ „ „ ♂ Hinterbein.
14. „ diversipennis Beck. ♂ Flügel.
15. „ „ „ ♂ Hypopygium.
16. „ „ „ ♂ Hinterbein.
17. „ „ „ ♀ Flügel.
18. „ tenuiter-filata Beck. ♂ Hypopygium.
19. „ „ „ ♂ Hinterbein.
20. „ alpina Zett. ♂ Hypopygium.
21. „ „ „ ♂ Hinterbein.
22. „ tripes Beck. ♂ Hypopygium.
23. „ „ „ ♂ Hinterbein.
24. „ albipennis Fall. ♂ Hypopygium.
25. „ „ „ ♂ Hinterbein.
26. „ sp. N:o 26 „ ♀ Hinterbein.
27. „ sp. N:o 27 „ ♀ Hinterbein.
28. „ sp. N:o 29 „ ♀ Hinterbein.
29. Empis connexa Beck. ♂ Hypopygium.
30. „ „ „ ♂ Hinterbein.
31. Empidarum novum genus n. sp. ♂. Flügel und Fühler.
32. Tachista punctifera Beck. ♀. Flügel.
33. Tachista incompleta Beck. ♀. Flügel.
34. Porphyrops patellitarsis Beck. ♂. Hypopygium.
35. Porphyrops confinis Zett. ♂. Hypopygium.
36. Porphyrops nigribarbatus Beck. ♂. Hypopygium.
37. Cosmetopus Bergrothi Beck. ♂. Taster.
38. „ simplicipes Beck. ♂. Flügel.
39. Carphotricha pseudoradiata Beck. ♀. Flügel.

TH. BECKER DEL.

G. ARVIDSSON, LIT. H:FORS.

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ.
TOM. XXVI. N:o 10.

LICHENES CEYLONENSES

ET

ADDITAMENTUM AD LICHENES JAPONIÆ.

SCRIPSIT

W. NYLANDER.

OPUS POSTHUMUM.

(SOCIETATI EXHIBITUM D. 18 SEPTEMBRIS 1899.)

Lichenes Ceylonenses.

Restat adhuc, post alia loca Expeditionis memorabilis *Vega* nave duce illustrissimi Nordenskiœld perductæ et quorum Lichenes a clarissimo E. Almquist lectos singulatim exposui, ut hic perveniamus ad Ceylon, ubi similiter ille meritissime collectionem lichenologicam cumulavit nunc sua vice paginis seqventibus exponendam.

Sed solum partes paucas amplissimæ insulæ explorare ei licuit inter dies 15—22 decembris mensis 1879, nempe sic:

Point de Galle nonnihil investigatum fuit. Saxa ibi maritima gneissacea.

Inde excursio facta ad maxime in altitudinem editas positiones montium hujus insulæ.

Perqvisita tum loca seqventia fuerunt:

Peradenia, prope Kandu, hortus botanicus, altitudine 1600 pedum.

Pedrotallegalle altitudine 8300 pedum, cacumen ceylonicum editissimum.

Nevrelia basi hujus cacuminis, altitudine 6400 pedum.

Rampodde in eadem regione montana, altitudine 3400 pedum, sub duobus diebus exploratur. Ubique granitum et gneissum.

Fam. I — **Collemacei.**

Trib. 1 — **Collemei.**

1. *Leptogium diaphanum* Ach., Nyl. *Syn.* p. 125. — Super ramulos in Pedrotallegalle, altit. 8000 pedum.

2. *Leptogium pichneum* Ach. *Syn.* p. 343. *L. pichneides* Nyl. *Japon.* p. 15. Thallus granulis isidiellis adspersus. — Rampodde, corticola, sterile.

Non vere differt *cyanescens* Ach. *Syn.* p. 326, etiam in Gallia, Hibernia, Norvegia, Finlandia obvium.

3. *Stephanophoron devertens* Nyl. Thallus plumbeo-cinerascens adpressus, varie divisus, laciniato-lobatus, tenuiter longitrorsum striatello-rugulosus; apothecia rufa mediocria (latit. 1—2 millim.), margine thallino rugoso cincta; sporæ ellipsoideæ simplices long 0.016—17, crass. 0.010 millim. Iodo gelatina hymenialis cœrulescens (dein thecæ obscuratæ). — Affine seqventi. — Peradenia, corticola.

4. *Stephanophoron cyanizum* Nyl. *Challeng. exped.* p. 227 (1877). *Leptogium cyanescens* Nyl. *Syn.* p. 131 (nomen mutandum ob „cyanescens" Ach. *Syn.* p. 326). Simile fere priori, sed thallus plumbeo-cœrulescens et subtiliter furfuraceo-isidiellus. Apothecia subsimilia, sporæ vero nonnihil majores. — Cum priore, ad Peradenia.

Simile habeo a Carroll lectum in Hibernia, Killarney 1869 in Eagle's nest. Accedit ad *Leptogium Brebissonii* Del., quod colore ut in *L. tremelloide* Ach., thallo subtus cinerascente tenuissime vel obsolete puberulo, sterile lectum in sylva Briquebea olim a Delise. Thallus parallele striatulo-rugulosus, inde stephanophoroides.

Nomen *Stephanophoron* hic acceptum ut magis euphonicum quam *Stephanophorus* Flot. Jam El. Fries im *L. E.* p. 404 (Sphærophoron) monet: „Alii *Sphærophorus* scribunt, sed hæc sunt minutiæ, quas eqvidem in syn. non curo". Elegantia res primaria est scientiæ.

5. *Collemopsis commiscens* Nyl. Thallus fuscus tenuis furfuraceus diffractus; apothecia fusca homodiella (latit. circiter 0.2 millim.); sporæ globosæ vel subglobosæ, diam. 0.008—0.011 millim., paraphyses graciles. Iodo gelatina hymenialis vinose rubescens. Thallus texturæ homodioideæ. — Pedrotallegalle, saxicola.

Fam. II. — **Lichenacei.**

Series I. — **Epiconiodei.**

Trib. 2. — **Caliciei.**

1. *Calicium quercinum* Ach., Nyl. *L. P.* 14, *Syn.* p. 154, t. 5, f. 24. Sporæ fuscæ 1-septatæ, long. 0.008—0.010, crass. 0.0045 millim. — Pedrotallegalle, super corticem et lignum vetustum.

Trib. 3. — Sphærophorei.

1. *Sphærophoron compressum* Ach., Nyl. *Syn.* p. 170, t. 5, f. 47. — Pedrotallegalle, altit. 8000 pedum, super corticem arborum.

Series II. — Cladodei.

Trib. 4. — Bæomycetei.

1. *Bæomyces sorediifer* Nyl. Similis *Bæomyceti subsqvamuloso* Nyl. in *Flora* 1877, p. 473, sed sorediosus, quare forsan specie sit distinguendus. Thallus K flavens, sorediis præsertim tum tinctis. — Pedrotallegalle, saxicola. Rampodde, terrestris.

Trib. 5. — Stereocaulei.

1. *Stereocaulon condensatum* Hffm., Nyl. *Syn.* p. 249, t. 7, f. 31. Sporæ bacillari-aciculares 3-septatæ, long. 0.034—50, crass. 0.003 millim. — Rampodde, super saxa late effusum.

* *St. condyloideum* Ach., Nyl. l. c. p. 251, magis evolutum podetiis nudis altit. fere 15 millimetrorum. Thallus granulatus; sporæ fusiformi-aciculares 3-septatæ, long. 0.032—38, crass. 0.0035 millim. — In monte Pedrotallegalle, super terram subulosam et lapillos.

Trib. 6. — Cladoniei.

1. *Cladonia ochrochlora* Flk. *Comment.* p. 75, „podetiis dimidia fere parte inferiore glabris, superiore pulverulentis“. — Pedrotallegalle, super truncos putridos et terram.

2. *Cladonia botrytes* (Hag.) Hffm. var *exsoluta* Nyl. Podetia altit. 10—12 millim. pulvereo-obducta vel subnuda, K —. Sporæ long. 0.010—11, crass. 0,0030—35 millim. Iodo gelatina hymenialis cœrulescens. — Rampodde, super lignum putridum.

3. *Cladonia corymbosa* (Ach.) Nyl. *Japon.* p. 20, *Paris* p. 30. — Pedrotallegalle, super terram.

4. *Cladonia squamosa* Hffm., Nyl. *Syn.* p. 209, t. 6, f. 29, *Scand.* p. 57. — Rampodde.

6. *Cladonia carcata* Ach., Nyl. *Scandin.* p. 62, in Cromb. *Brit. Lich.* p. 171. Thallus K +. — Pedrotallegalle, super terram.

Series III. — Ramalodei.

Trib. 7. — Ramalinei.

1. *Ramalina farinacea* (L.). — Peradenia.

Series IV. — Parmeliodei.

Trib. 8. — Usneei.

1. *Usnea plicata* L. — Arboricola in Pedrotallegalle, altit. 8000 pedum.

Trib. 9. — Parmeliei.

1. *Parmelia subaurulenta* Nyl. in *Flora* 1885, p. 606, *Japon.* p. 25. — Rampodde, corticola.

2. *Parmelia perisidians* Nyl. Subsimilis *Parmeliæ subaurulentæ*, sed thallus conferte isidiophorus. etiam apothecia isidiose marginata. Thallus intus leviter flavescens, K extus intusque flavens. Sporæ subglobulosæ diam. 0.007—9 millim. Iodo gelatina hymenialis cœrulescens. — Rampodde, altit. 3400 pedum, corticola.

3. *Parmelia lævigata* (Sm.) Nyl. *Japon.* p. 27. Thallus K ±, K (Ca Cl) +. — Pedrotallegalle, corticola.

4. *Parmelia denegans* Nyl. Subsimilis *Parmeliæ lævigatæ*, sed thallus K = et addita Ca Cl =. Sporæ subglobosæ diam. 0.008—9, crass. 0.007 millim. — Rampodde, corticola.

5. *Parmelia tinctorum* Despr., Nyl. *Obs. Pyren. or. n.* p. 40, *Japon.* p. 26. Thallus lævis pro parte isidiophorus; medulla Ca Cl eximie +. — Rampodde, corticola, sterilis. Peradenia.

Optimam ad Porto in Lusitania eam legit I. Newton (male relata fuit ad *Parmeliam olivetorum* Ach., a qua jam distinguitur isidio, etiam in receptaculo apotheciorum præsente, et thallus non superficialiter albo-punctatulus).

6. *Parmelia Rampoddensis* Nyl. Similis fere *Parmeliæ olivetorum* Ach., at reactione K (Ca Cl) flavente, thallus sine punctulis innatis albis et ciliis

nigris marginalibus munitus sparsis. Soredia in marginibus loborum freqventia et receptacula apotheciorum valde sorediosa. Apothecia sine sporis. Spermogonia nulla rite evoluta visa. Medulla non erythrinica. — Rampodde, corticola.

7. *Parmelia perforata* Ach., Nyl. *Syn.* p. 377, Cromb. *Br. Lich.*p. 235. Thallus sorediifer, medulla e flavo ferrugineo-sanguinea. Sporæ ellipsoideæ, long. 0.013—15, crass. 0.007—8 millim.; spermatia tenuiter bacillaria, long. 0.010—11, crass. 0.0005 millim. — Pedrotallegalle.

Observetur, *Parmeliam cetratam* Ach. *Syn.* p. 198, non esse nisi varietatem thallo magis diviso ut indicavi in mea *Syn.* Ambabus sporæ long. 0.012—20, crass. 0.007—0.011 millim. et spermatia long. 0.007—0,014, crass. 0.0005 millim.

A præstantissimo Glaziou e Brasilia obtinui n:o 1839 *P. perforatam* apotheciis sæpissime non perforatis et thalamio sæpe in vetustis a larvis verisimiliter partim depasto, et simul offerente spermogonia in hypothecio ita denudata frequentia feraciaque spermatiis long. 0.010—12, crass. 0.0005 millim. in cicatricibus illis apotheciorum. Sporæ in eadem long. 0.012—16, crass. 0,010—11 millim. Dicatur * *P. imperforata.* — Ibidem (coll. Glaziou n:o 1843) normalis *P. perforata* sporis long. 0.011—13, crass. 0.008—9 millim.

8. *Parmelia relicina* Fr. Nyl. *Syn.* p. 386. Thallus K extus intusque —. — Rampodde, cortic la.

9. *Parmelia Kamtschadalis* Ach., Eschw., Nyl. *Syn.* p. 387. Thallus K + flavescens, medulla e flavo ferruginascens. — Rampodde et Pedrotallegalle.

10. *Hypogymnia enteromorpha* Ach., Nyl. *Syn.* p. 401 (sub *P. physode).* — Pedrotallegalle, cum *P. Kamtschadali.*

11). *Hologymnia subflabellans* Nyl. Thallus pallidus membranaceus subflabellato-lobatus (latit. 6—11 millim.), utrinque concolor (vel basi infra infuscata), lævis, apicibus loborum albo-sorediatis, medulla et sorediis Ca Cl + (erythrinosis). — Peradenia, ramulicola.

Lichen singularis forsan Evernia, sed non rite definiendus, apotheciis et spermogoniis deficientibus in speciminibus visis.

Series IV. — **Phyllodei.**

Trib. 10. — **Stictei.**

1. *Sticta punctulata* Nyl. *Syn.* p. 364. In Ceylon, Java et Philippinis obvia. Similis *Stictinæ subpunctulatæ*, ita ut Knight eas ambas in Ceylonia

colligens immixtas in eodem cæspite intricatas eas sumsit pro una eademque specie partim gonidiis et partim gonimiis munita.

2. *Stictina subpunctulata* Nyl. ad Knight et in Leight. *Ceyl.* p. 164. Similis extus *Stictæ punctulatæ* Nyl., sed *Stictina*. Apothecia margine rugoso. Sporæ luteo-fuscescentes 1—3-septatæ, long. 0.030—40, crass. 0.009—0.012 millim. — Pedrotallegalle, altit. 8000 pedum.

3. *Stictina Peruviana* (Del.) Nyl. *Syn.* p. 345. — Pedrotallegalle, altit. 8000 ped., corticola sterilis.

4. *Stictina argyracea* Bor. Nyl. *Syn.* p. 331. — Rampodde, corticola. — Var. *Thouarsii* Del., Nyl. *Syn.* p. 335. Parum differt ab *argyracea*. — Pedrotallegalle, sterilis [1]).

5. *Stictina Boschiana* (Mnt.) var. *lobata* (Nyl. *Syn.* p. 348). Thallus lobatus stipitatus. Sporæ 1—3-septatæ, long. 0.026—56, crass. 0.009—0.011 millim. — Pedrotallegalle, corticola.

6. *Stictina crocata* Ach., Nyl. *Syn.* p. 338. — Ibidem, sterilis.

7. *Lobarina retigera* (Bor.) Nyl. *Guineens.* p. 10, *Syn.* p. 351. — Ibidem, sterilis.

Trib. 11. — **Physciei.**

1. *Physcia aipolia* (Ach.) Nyl. in *Flora* 1870, p. 38, *Paris* p. 41. Thallus K extus et intus flavens. Sporæ long. 0.021—24, crass. 0.011—12 millim. — Rampodde, super ramulos.

* *Ph. persoredians* Nyl. Thallus pro magna parte sorediose exasperatus. — Ibidem, altit. 3400 pedum, corticola sterilis.

2. *Physcia speciosa* (Wulf.) Fr., Nyl. in *Flora* 1869, p. 322. Thallus extus et intus K flavens. Apothecia rufescentia, receptaculo crenato. Sporæ long. 0.026—30, crass. 0.014—15 millim. — Cum priore, corticola.

Variat margo apotheciorum radiato-fimbriatus. Cilia thalli vel fibrillæ pallido-albida aut nigricantia. — Peradenia, corticola.

---

[1]) Memoretur hic *Stictina Berteroana* (Mnt. *Syll.* p. 327 sub *Sticta*) Nyl. in Stzb. *Stict.* p. 128. Tangens *Stictinam Hookeri* (Bab.) Nyl. *Syn.* p. 336, thallo magis rugoso K —, medulla e flavo dein dilute ferruginascente. Color thalli pallido-glaucescens. Thallus corrugatus et scrobiculato-inæqualis, subtus niger puberulus, cyphellis nullis, in Nova Zelandia. *Stictina Berteroana* in Juan Fernandez corticola. Stizenberger nec reactionem thalli nec locum systematicum in serie Stictinarum perspexit, quæ res sunt momenta maximi ponderis in specie determinanda. In *St. Hookeri* medulla K flavens.

3. *Physcia crispa* (Pers.) Nyl. *Syn.* p. 423, *Japon.* p. 33. — Rampodde super saxa, sed sterilis, inde non omnino certa. Point de Galle.

4. *Physcia hypoleuca* (Ach.) Nyl. *Syn.* p. 417. Thallus K +, sed medulla K — (quod corrigendum est in Nyl. *Guin.* p. 12), fibrillæ pallidæ aut nigricantes. Sporæ long. 0.032—40, crass. 0,015—20 millim. — Rampodde, corticola.

5. *Physcia leucomela* Mich., Nyl. *Syn.* p. 414. Thallus extus et intus K flavens. — Ibidem cum priore.

6. *Physcia comosa* (Eschw.) Nyl. *Syn.* p. 416. Thallus K —, medulla K +. — Rampodde, corticola.

7. *Physcia angustifolia* (Mey. et Flot.) Nyl. *Guin.* p. 11, *Syn.* p. 415 (ut var. *Ph. leucomelæ*). Thallus K —, medulla K +. — Rampodde, corticola.

8. *Physcia ægialita* (Ach.) Nyl. *Expos. N. Caled.* p. 43. *Ph. confluens* Nyl. *Syn.* p. 430. Thallus K +, medulla K —. Sporæ fuscæ long. 0.014—16, crass. 0.007—8 millim., hypothecium fuscum. — Rampodde, saxicola.

9. *Physcia papillulifera* Nyl. Similis *Physciæ pictæ* applanatæ, sed superficie papillulis minutis frequentibus isidiella. Thallus K +, medulla K —. — Sterilis solum visa in horto ad Point de Galle.

10. *Physcia picta* (Sw.) Nyl. *Syn.* p. 430. Thallus K +, intus —. — Peradenia, corticola.

Trib. 12. — Pyxinei.

1. *Pyxine Meissneri* Tuck., Nyl. *Antill.* p. 9, *Japon.* p. 34. — Thallus supra et intus —. — Rampodde, saxicola.

2. *Pyxine sorediata* Ach. *Syn.* p. 54 sub Lecidea. Thallus supra + flavens, intus —.

Series VI. — Lecano-Lecideodei.

Trib. 13. — Pannarinei.

1. *Coccocarpia molybdæa* Pers., Nyl. *Syn.* II. p. 42. — Peradenia, corticola.

2. *Pannaria leucosticta* Tuck., Nyl. *Syn.* II, p. 34. F. apotheciis biatorinis. Sporæ long. 0.021, crass. 0.010 millim. — Pedrotallegalle, corticola.

Trib. 14. — Lecano-Lecideei.

Subtrib. I. — Lecanorei.

Stirps 1. — Lecanoræ cerinæ.

1. *Lecanora subdolosa* Nyl. Thallus albidus continuus, sat tenuis, rimulosus, K —; apothecia pallido-rufescentia prominula (latit. fere 0.5 millim.), margine thallino pallido lævi; sporæ 8:næ ellipsoideæ, long. 0.010—14, crass. 0.007—8 millim., loculo utriusque apicis vulgo tubulo junctis, epithecium K —. Iodo thecæ intensive et persistenter cœrulescentes. — Point de Galle, saxicola.

2. *Lecanora nigro-cinctella* Nyl. Thallus albidus continuus lævis, subtiliter subrimulosus, nigro-limitatus, K + flavens; apothecia obscura vel obscure ferruginea, plana, nigro-marginata (latit. 0.3 millim.); sporæ 8:næ oblongæ, long. 0.009—0.012, crass. 0.004—6 millim., loculo in utroque apice, perithecium nigrum, epithecium luteo-pallens K purpurascens. Iodo gelatina hymenialis cœrulescens, dein fulvescens. — Point de Galle, saxicola.

Species lecideoidea bene distincta in vicinia *Lecanoræ ferrugineæ* (Huds.). Variat thallo sordido, sorediis albidis conspersus (his quoque K flaventibus).

3. *Lecanora Brebissonii* (Fée) Nyl. *N. Granat.* p. 30, *Boliv.* p. 377 (sporae in *Syn.* II, t. 9, f. 45). Var. *subdecadens*. Thallus albidus continuus; apothecia ochracea, margine dilutiore (latit. circiter 1 millim.); sporæ 3-loculares (loculis inter se tubulo junctis), long. 0.025—27, crass. 0.012—16 millim. Apothecia epithecio chrysophanice reagentia. — Rampodde, super ramulos.

Stirps 2. — Lecanoræ sophodis.

4. *Lecanora exigua* Ach., Nyl. *Scandin.* p. 150, *Paris* p. 52. Sporæ long. 0.014—18, crass. 0.007—8 millim. — Rampodde, saxicola.

Stirps 3. — Lecanoræ atræ—coarctatæ.

5. *Lecanora atra* Ach., Nyl. *Paris* p. 68 — Peradenia, corticola.

6. *Lecanora coarctata* (Ach.) Nyl. in *Flora* 1886, p. 101, *Paris* p. 68. Thallus albidus inæqualis rimosus, Ca Cl + erythrinose reagens; apothecia

pallida, margine thallino parum evoluto; sporæ ellipsoideæ (demum dilute rufescentes), long. 0.016—18, crass. 0.008—9 millim. — Rampodde, saxicola.

Stirps 4. — Lecanoræ subfuscæ.

6:bis. *Lecanora subfusca* Ach., Nyl. *Paris* p. 57. Sporæ long 0.011—14, crass. 0.007—8 millim. Iodo gelatina hymenialis intensive cœrulescens. — Peradenia, corticola. Rampodde.

7. *Lecanora chlarona* Ach. *Syn.* p. 158, Nyl. *Paris* p. 56. — Rampodde, corticola. Peradenia.

8. *Lecanora rugosa* (Pers.) Nyl. *Paris* p. 56. — Ibidem.

9. *Lecanora coilocarpa* Ach. *Syn.* p. 157, Nyl. *Scandin.* p. 160. Sporae long. 0.016, crass. 0.008 millim. — Peradenia et Rampodde, corticola. Quoque super ramulos.

10. *Lecanora dissipans* Nyl. Thallus albidus rugulosus subverrucoso-dispersus; apothecia subfusca (latit. circiter 1 millim.), margine thallino subintegro cincta; sporæ ellipsoideæ, long. 0.010—11, crass. 0.005 millim., epithecium pallide fuscum. Thallus K + flavens ut in speciebus vicinis *L. subfuscæ.* — Rampodde, saxicola.

11. *Lecanora achroella* Nyl. *Rodrig.* p. 439, var. *infinitula.* Thallus albidus indeterminatus continuus, K flavens; apothecia luteo-pallida minuta (latit. 0.2—0.3 millim.), margine integro; sporæ long. 0.011, crass. 0.006 millim. Iodo gelatina hymenialis cœrulescens, dein obscurata. — Rampodde, lignicola. Peradenia, corticola. Similis in Hawaii insula (Remy). Observetur typum americanum sporas habere paullo majores.

12. *Lecanora collævans* Nyl. Thallus albidus aut glaucescens, tenuis, rimulosus, K flavens; apothecia nigra innata plana, immarginata (vel thallo circumcirca discisso sublecanorina); sporæ 8:næ oblongæ, long. 0.010—12, crass. 0.005 millim., epithecium pallidum. Iodo gelatina hymenialis cœrulescens, dein fulvescens. Spermatia arcuata, long. 0.022—24, crass. 0.0007 millim. Variant apothecia fuscescentia. Facies fere *Lecideæ lithophilæ* Ach. — Rampodde, saxicola.

13. *Lecanora varia* Ach., Nyl. *Scandin.* p. 163. Sporæ long. 0.014—16, crass. 0.007—8 millim. Epithecium inspersum. I thecæ cœrulescentes. — Rampodde, corticola.

Var. *subducens* Nyl. Apothecia sublivida, strato hypotheciali fuscescente, ceteroquin ut in *varia* typo. — Ibidem.

14. *Lecanora subvaria* Nyl. in *Flora* 1877, p. 463. Thallus flavidus granulosus et varians subpulveraceus; sporæ long. 0.012—16, crass. 0.007—8. I thecæ fulvescentes. — Rampodde, corticola.

Stirps 5. — Lecanoræ graniferæ.

15. *Lecanora granifera* Ach. *Syn.* p. 163, Fée *Ess.* p. 114, t. 28, f. 3, *Suppl.* p. 111, Nyl. *Syn. Novæ Caledoniæ* p. 28. Thallus cinerascens tenuis granulato-inæqualis, intus K flavo-reagens; apothecia nigricantia (latit. circiter 1 millim.), margine thallino crenulato cincta; sporæ ellipsoidæ, long. 0.016—18, crass. 0.008—9 millim., paraphyses gracilescentes, hypothecium fuscum. Spermatia ut in Lecanora subfusca. — Point de Galle, corticola.

16. *Lecanora furfurosa* Tuck., Nyl. *N. Gran.* p. 56. Huc pertineat adhuc *L. soredifera* Fée. Huc etiam pertineat *Lecanora Boninica* Tuck. in hb. Sporæ long. 0.011—14, crass. 0.005—8 millim. Iodo gelatina hymenialis cœrulescens, dein fulvo-obscurata. Facile pro Lecidea (Biatora) haberi possit, hypothecio et perithecio fuscis. — Peradenia, corticola.

17. *Lecanora sorediella* Nyl. Thallus cinerascens tenuis conferte subprominule albido-sorediellus, K flavescens; apothecia nigra plana lecideoidea (margine extus interdum subalbido); sporæ ellipsoideæ, long. 0.010, crass. 0.005 millim., epithecium lutescens, hypothecium fuscum. Iodo gelatina hymenialis fulvo-rubescens.

18. *Lecanora pulverata* Nyl. Thallus albidus pulverulentus, K flavens; apothecia nigra (latit. 0.5—0.8 millim.), margine thallino lævi (saepe flexuoso) cincta; sporæ ellipsoideæ, long. 0.014—18, crass. 0.008—0.011 millim., paraphyses gracilescentes, epithecium lutescens, hypothecium fuscescens. Iodo gelatina hymenialis (præsertim thecis) cœrulescens. — Peradenia, corticola.

Stirps 6. — Lecanoræ tartareæ et cinereræ.

19. *Lecanora tartarea* (L.) Ach., Nyl. *Scandin.* p. 157, *Paris* p. 67. Thallus et apothecia Ca Cl +. Apothecia margine granulato, sporis long. 0.064—66, crass. 0.030—32 millim. — Peradenia et Rampodde, corticola.

20. *Lecanora lacustris* (With.) Nyl. *Scandin.* p. 150. Thallus albidus lævis rimosus, K —; apothecia pallide carnea concaviuscula mediocria; spo-

ræ long. 0.021, crass. 0.007—8 millim. Iodo gelatina hymenialis vinose rubescens. — Pedrotallegalle, saxicola.

Stirps 7. — Lecanoræ perteneræ et puniceæ.

21. *Lecanora pertenera* Nyl. Thallus albidus tenuis maculiformis dispersus, gonidiosus; apothecia pallida minuta (latit. 0.1—0.2 millim.), thallino-marginata; sporæ fusiformes 1-septatæ, long. 0.005, crass. 0.002 millim., paraphyses vix ullæ. Iodo thecæ fulvo-rubescentes. — Peradenia, foliicola. Est stirpis propriæ.

22. *Lecanora achroelloides* Nyl. Thallus albidus tenuis lævis, K —; apothecia luteo-pallida minuta (latit. fere 0.25 millim.), marginatula; sporæ fusiformes 3-septatæ, long. 0.011—20, crass. 0.004—5 millim., paraphyses graciles. Iodo gelatina hymenialis leviter et fugaciter cœrulescens. Gonidia parva. Subsimilis *L. achroellæ.* — Peradenia, corticola (speciminulum solum visum). Est species stirpis propriæ.

23. *Lecanora punicea* Ach., Nyl. *Syn. N. Caled.* p. 30. — Peradenia, corticola.

Subtrib. II. — Lecideei.

Gyalecta—Biatora.

24. *Gyalecta effervescens* Nyl. *Paris* p. 76. Thallus albidus tenuis effusus, acido hydrochlorico effervescens; apothecia luteo-pallida conferta plana marginata (latit. circiter 0.25 millim.), intus incoloria; sporæ fusiformes 3-septatæ, long. 0.016—20, crass. 0.004 millim., paraphyses graciles. Iodo gelatina hymenialis dilute cœrulescens. Gonidia glomerata. — Peradenia, super ramulos.

25. *Lecidea sublutea* Nyl. Thallus cinerascens tenuis rugulosus, ambitu albo prothallino; apothecia testacea plana (latit. circiter 1 millim), margine tenui pallidiore; sporæ ellipsoideæ simplices, long. 0.099—0.012, crass. 0.004—7 millim., paraphyses graciles. Iodo gelatina hymenialis leviter cœrulescens, dein fulvo-lutescens. Facie fere *Gyalectæ luteæ* (Dicks.). — Point de Galle, corticola.

26. *Lecidea deminuescens* Nyl. Similis *L. sanguineoatræ* * *atrofuscæ* Flot., sed sporis minoribus, long. 0.008—9, crass. 0.003—4 millim. — Rampodde, corticola.

27. *Lecidea subrufescens* Nyl. Thallus cinerascens tenuis opacus, K —; apothecia rufescentia plana marginata (latit. circiter 0.5 millim.); sporæ ellipsoideæ, long. 0.011—17, crass. 0.006—8 millim., paraphyses graciles, epithecium lutescens, hypothecium incolor. Iodo gelatina hymenialis cœrulescens, dein fulvo-rubescens (thecæ præsertim tinctæ). Facie *L. acerinæ* (Pers.). — Peradenia et Rampodde, corticola.

28. *Lecidea versicolor* Fée., Nyl. *Syn. N. Caled.* p. 49, *N. Zeland.* p. 88. Thallus albidus rugosus, K flavescens; apothecia fusca plana marginata (latit. 1—2 millim.); sporæ ellipsoideæ 1-septatæ, long. 0.045—75 millim., crass. 0.025—35 millim., paraphyses graciles, hypothecium incolor. Iodo thecæ fulvo-rubescentes. Thecas non vidi octosporas in Ceylonica. Variant sporæ curvulæ. — Pedrotallegalle, corticola.

29. *Lecidea intermixta* Nyl. *Chil.* p. 161 (1855), *Prodr.* p. 105, Arn. *L.* 603 (ex Hungaria, Lojka). Thallus albidus tenuis continuus, K flavens; apothecia nigra marginata; sporæ incolores oblongæ-ellipsoideæ 1-septatæ, long. 0.012—18, crass. 0.006—7 millim, hypothecium superius (subthalamium) fusco-violascens. Iodo gelatina hymenialis vinose fulvo-rubescens. Epithecium incolor, capitulis paraphysum passim nigricantibus. — Peradenia, corticola (solum frustulum inde visum). Etiam in Rampodde.

Ad *Lecideam intermixtam* observetur eam omissam fuisse in Nyl. *Paris* p. 135. In Nyl. *Prodr.* p. 105 dicitur: Forma obscurior hujus speciei (tum extus sat similis *L. parasemæ* thallo tenui cinerascente vel obsoleto) rarius in regione Parisiensi occurrit fagicola et rarissime super cimentum murorum prope Fontainebleau. Nomen ei datur *parasemoides* in Nyl. *Enum. génér.* p. 120. Iodo gelatina hymenialis bene cœrulescens, dein obscurata. Est species valde variabilis. Apothecia typi rufescentia, fuscescentia aut nigrescentia. Exemplum sistit quomodo in eadem specie Biatora et Eulecidea in variis varietatibus obvenire possunt, quod docet absurdam esse earum divisionem in generibus diversis sicut temere volunt novatores hodierni haud pauci.

30. *Lecidea submedialis* Nyl. Thallus albidus tenuis continuus, K flavescens; apothecia testacea plana (latit. fere 0.5 millim.), margine subpallidiore; sporæ fusiformi-aciculares 7-septatæ, long. 0.040—50, crass. 0.0035 millim. Iodo gelatina hymenialis vinose rubescens. Arcte affinis videtur *L. spadiceæ*. — Peradenia, corticola [1]).

[1]) Memoretur hic *Licidea scitula* Tuck., cui thallus cinereo-cæsius continuus (K —); apothecia testacea (latit. 0.4—0.5 millim.); sporæ fusiformes 5—septatæ, long. 0.016—20, crass. 0.004—5 millim. Iodo gelatina hymenialis cœrulescens, dein vinose rubescens. In Cuba ramulicola (C. Wright). Sporis accedit ad *L. sphæroidem* Smrf, sed paraphysibus gracilibus.

30:bis *Lecidea subannexa* Nyl. Thallus lutescenti-pallidus inæqualis; apothecia rufescentia vel fuscescentia marginata aut margine evanescente (latit. 0.5—0.6 millim.); sporæ lineari-fusiformes 5-septatæ (long. 0.020—27, crass. 0.0045 millim.), epithecium inspersum, paraphyses graciles, hypothecium incolor. Iodo gelatina hymenialis dilute cœrulescens, dein fulvescenti-violascens. — Rampodde, corticola.

31. *Lecidea spadicea* Ach., Tuck. Thallus cinerascens tenuissimus, K flavens; apothecia nigricantia; sporæ fusiformi-aciculares 3—13-septatæ, long. 0.055—69, crass. 0.004 millim. Iodo gelatina hymenialis cœrulescens, dein vinose obscurata. Etiam visa apotheciis rufo-rubellis. Vix distincta a *L. fusco-rubella* Hffm., Ach. — Peradenia, corticola.

Accedit quoque apotheciis testaceis ad *L. millegranam* Tayl.

32. *Lecidea endoleuca* Nyl. var. *Laurocerasi* Del. *B. atrogrisea* Hepp. Zw. *L.* 338. Thallus cinerascens tenuis; apothecia fusca, basi subpallescente; sporæ 7—15-septatæ, long. 0.040—50, crass. 0.0025—35 millim., epithecium fuscum. Iodo gelatina hymenialis cœrulescens, dein vinose rubescens. — Rampodde, corticola.

33. *Lecidea pelidniza* Nyl. in *Flora* 1874, p. 318. Thallus cinerascens tenuissimus; apothecia fusca vel nigricantia, marginata, basi pallescente; sporæ vermiformes 7—15-septatæ, long. 0.035—55, crass. 0.025—35 millim., hypothecium sublutescens. Iodo gelatina hymenialis vinose rubens. — Rampodde, corticola (frustulum solum visum).

Eulecidea.

34. *Lecidea homochromoides* Nyl. Subsimilis *L. parasemæ*, sed thallus sordide luteo-cinerascens, nec K nec Ca Cl reagens; apothecia rufescentia margine nigro. — Peradenia, corticola.

35. *Lecidea enteroleuca* Ach., Nyl. *Paris* p. 90. — Rampodde, corticola et saxicola.

36. *Lecidea metaleptodes* Nyl. Thallus albidus rugulosus, continuus, sat tenuis, K flavens; apothecia nigra vel obscure ferruginea, plana, marginata aut convexiuscula margine excluso, latit. 0.5—0.9 millim., discus sæpius cæsio-pruinosus, margo niger; sporæ 8:næ fuscæ oblongæ 1-septatæ, long. 0.014—17, crass. 0.005—7 millim., epithecium lutescens, paraphyses gracilescentes, hypothecium fuscum. Iodo gelatina hymenialis bene cœrulescens, dein obscurata, epithecium K violascens. — Peradenia, corticola.

37. *Lecidea disciformis* Fr., Nyl. *Paris* p. 98. Thallus granulato-inæqualis, K flavens. Sporæ fuscæ 1-septatæ, long. 0.010—20, crass. 0.007—8 millim. — Peradenia et Rampodde, corticola. Hæc apotheciorum disco subcæsio-prinoso. Sporæ long. 0.018—23, crass. 0.007—9 millim. Iodo gelatina hymenialis intensive cœrulescens.

* *L. nubila* Nyl. Thallus cinereo-fuscescens tenuis rugulosus; apothecia nigra plana marginata (latit. 0.3—0.4 millim.). Sporæ long. 0.016—20, crass. 0.007—0.011 millim. Iodo gelatina hymenialis intensive cœrulescens. — Rampodde, super lignum putridum.

38. *Lecidea triphragmia* Nyl. *Prodr.* p. 141, *Scandin.* p. 236, *Flora* 1869, p. 298. Thallus K flavens. Sporæ fuscæ 3-septatæ, long. 0.015—21, crass. 0.007—8 millim. — Peradenia, corticola.

39. *Lecidea myriocarpa* DC., Nyl. *Prodr.* p. 141, *Paris* p. 100. — Ibidem.

40. *Lecidea pusillula* Nyl. Thallus cinerascens tenuissimus continuus indeterminatus; apothecia nigra punctiformia planula (latit. circiter 0.1 millim.); sporæ 8:næ fuscæ 1-septatæ, long. 0.010—11, crass 0.005—6 millim., hypothecium incolor, epithecium fusco-nigricans. Iodo gelatina hymenialis cœrulescens, dein obscurata. — Rampodde, saxicola, socia *Lecanoræ exiguæ*, pertinens ad stirpem *Lecideæ atroalbellæ* prope *L. microteram* et *minutulam* thallo K —, I —, minutie jam distincta.

Trib. 15. — Pertusariei.

1. *Pertusaria communis* DC. var. *pertusula* Nyl. Est minor quam typus. Thallus K —, medulla K flavescens. Apothecia ostiolis punctiformibus nigris. Sporæ binæ, long. 0.096—0.110, crass. 0.036—40 millim. — Peradenia, corticola.

2. *Pertusaria leucosorodes* Nyl. Subsimilis *P. leucosoræ* Nyl., thallo albido ruguloso rimuloso, sorediis K flaventibus. — Rampodde, corticola.

3. *Pertusaria leioplaca* (Ach.) Schaer., Nyl. *N. Gran.* p. 36, *Paris* p. 72. Thallus K —. Sporæ 8:næ long. 0.080—0.145, crass. 0.042—0.050 millim. — Point de Galle, Peradenia, Rampodde, corticola.

4. *Pertusaria melastomella* Nyl. Thallus albidus tenuis continuus, K—; apothecia in verrucis mastoideo-convexis monohymeneis (latit 1 millim. vel minoribus), puncto epitheciali nigro; thecæ 8-sporæ, long. 0.056—85, crass. 0.030—32 millim. Affinis *P. leioplacæ*, sed notis datis distincta. — Pedrotallegalle, ramulicola.

5. *Pertusaria tuberculifera* Nyl. *N. Gran.* p. 38. Thallus K —. Sporæ 8:næ long. 0.060—0.100, crass. 0,028—55 millim. Protuberantiæ apotheciorum latit. 2—3 millim. — Pedrotallegalle, corticola.

Trib. 16. — **Thelotremei.**

1. *Thelotrema porinoides* Mnt. & v.d.B. *Java* p. 53, *Syll.* p. 363. *Th. albidiforme* Leight. *Ceyl.* p. 170, t. 36, f. 9. Thallus K ferruginascens. Sporæ 18—20-loculares, long. 0.070—75, crass. 0.011—18 millim., I +. In Ceylon ex hb. Leight.

2. *Thelotrema dolichosporum* Nyl. in coll. Hook. Thoms. 2228 e Ceylon, *Lab. Sing.* p. 5. Thallus subgranulato-inæqualis, K ferruginascens. Sporæ 16—18-loculares, 6—8:næ long. 0.080—85, crass. 0.015—17 millim., I +[1]).

3. *Thelotrema dolichotatum* Nyl. *Lab. Sing.* p. 19. Thallus K dilute ferruginascens. Thecæ monosporæ, sporæ fusiformes incolores 30-loculares, long. 0.185—0.205, crass. 0.023—25 millim., I +. — Pedrotallegalle, corticola.

4. *Thelotrema lepadinum* Ach., Nyl. *Paris* p. 75. Thallus K ferruginascens. Sporæ fusiformes murales 1—4:næ, long. 0.055—0.100, crass. 0.014—24 millim. (I non obscuratæ). — Pedrotallegalle, corticola.

* *Thelotrema lepadizum* Nyl. Vix nisi subspecies tenuior prioris. Subsimile *Thelotremati lepadino* Ach., thecis tenuioribus 1—4-sporis (sæpissime bisporis).. Sporæ fusiformes murales, long. 0.048—0.110, crass. 0.011—25 millim. — Peradenia, ramulicola. Comparetur quoad sporas *Th. adjectum* Nyl. e Cuba.

5. *Thelotrema patens* Nyl. Thallus cæsio-albidus tenuis K —; apothecia innata suburceolata pallida, nuda aut cæsio-pruinosa (latit. fere 1 millim.), margine albicante; thecæ monosporæ, long. 0.100—0.130, crass. 0.030—40 millim., I —. Notis his facile dignotum. — Pedrotallegalle, corticola.

6. *Thelotrema epitrypum* Nyl. *N. Gran.* p. 49. Thallus albidus tenuis illiniens; apothecia in protuberantiis firmis (latit. circiter 1 millim.), intus albo-subobturatis variantibus supra subcribellatis; sporæ 8:næ fuscæ ellipsoideæ

---

[1]) Memoretur hic obiter *Th. Texanum* Willey e stirpe *Thelotrematis cavati* Ach., apotheciis lecanoroideis albis (albo-suffusis), latit. 0.5 millim., disco discisso; sporis 16—26-locularibus, long. 0.040—75, crass. 0.005—7 millim., I —, e Texas. Comparetur quoad faciem *Th. platycarpoides* Tuck.

4-loculares (loculis mediis in 2 divisis), long. 0.014—16, crass. 0.009 millim., I obscuratæ. — Pedrotallegalle, corticola.

7. *Thelotrema subinalbescens* Nyl. Thallus albus tenuis continuus, K ferruginascens; apothecia innata (protuberantia nulla vel levi), apertura firma; sporæ fuscescentes vel fuscæ oblongæ 6—8-loculares, long. 0.016—18, crass. 0.007—8 millim., I vix obscuratæ. — Point de Galle, corticola.

Pertinet ad stirpem *Thelotrematis calvescentis* et *leucotremæ*. Affine *Th. phæospermo* Nyl. in Wright. *Cub.* n:o 45 (ex Tuck. eo pertinet quoque n. 16).

8. *Asteriscion erumpens* Leight. *Ceylon* p. 163. Thallus parum evolutus; apothecia rufescenti-cinnabarina plana innata rotundata (latit. circiter 1 millim.), margine thallodeo corrugato fere 6-lobato coronata; sporæ 8:næ fuscescentes oblongæ 4—6-loculares, long. 0.015—17, crass. 0.005 millim., paraphyses distinctæ. Iodo gelatina hymenialis non tincta, nec sporæ. Forsan genus distinguendum a Thelotremate. — Peradenia, corticola.

9. *Urceolaria gypsacea* (Ach.) Smrf., Nyl. *Paris* p. 74. Thallus Ca Cl +, medulla K —. Sporæ long. 0.021—24, crass. 0.009—0.010 millim. — Rampodde, saxicola.

10. *Urceolaria Rampoddensis* Nyl. Thallus albidus tenuis rimoso-diffractus, Ca Cl +; apothecia pruinoso-suffusa urceolata (latit. fere 1 millim. vel minora); sporæ fuscæ submurali-divisæ turgide fusiformes, long. 0.022—24, crass. 0.009—0.010 millim. I gelatina hymenialis —. Thallo diffracto etc. bene distincta. Medulla I —. — Rampodde, saxicola.

Series VII. — **Graphidodei.**

Trib. 17. — **Graphidei.**

1. *Opegrapha inæqualis* Fée, Nyl. in *Flora* 1867, p. 6. Subsimilis *O. vulgatæ* Ach., quoad faciem externam, sed sporæ 5—7-septatæ, long. 0.025—27, crass. 0.006—7 millim. Iodo gelatina hymenialis fulvo-rubescens. Thallus cinerascens tenuissimus; apothecia parva linearia simplicia, epithecio rimiformi (long. 0.5—1 millim.). — Peradenia, corticola.

2. *Opegrapha leptoterodes* Nyl. Thallus cinerascens opacus tenuissimus indeterminatus; apothecia nigra opaca minuta lineoliformia, epithecio rimiformi; sporæ fusiformes 1—3-septatæ, long. 0.015—16, crass. 0.003 millim. Iodo gelatina hymenialis fulvo-rubens. — Point de Galle et Peradenia, corticola.

Affinis *O. leptoteræ* Nyl. *N. Caled.* p. 56, quæ sporas habet nonnihil majores.

3. *Chiodecton sphærale* Ach., Nyl. *Gran.* p. 110, *Guin.* p. 33. Apothecia nigra punctiformia in stromatibus convexis aut depressis aggregata. Sporæ aciculares long. 0.023, crass. 0.002 millim. (non rite evolutæ). — Peradenia, corticola.

4. *Stigmatidium præpallens* Nyl. *Japon.* p. 84. Thallus albidus tenuissimus, Ca Cl bene erythrinosus; apothecia pallida tenella vermiculiformia; sporæ fusiformes indistincte 5-septatæ, long. 0.023, crass. 0.003 millim. Iodo gelatina hymenialis et sporæ fulvo-rubescentes. — Point de Galle, corticola. Socium *Arthoniæ dispersulæ.* Etiam lignicola.

Apothecia breviora quam in saxicola japonica et non discissa.

5. *Arthonia cinnabarina* Wallr., Nyl. *Arth.* p. 88, *Prodr.* p. 163, var. *orbicella* Nyl. Apothecia albo-pruinosa cinnabarina marginata rotundata (latit. circiter 0.25 millim.). Sporæ 4-septatæ, long. 0.023—24, crass. 0.009 millim., demum fuscæ. Iodo gelatina hymenialis fulvo-rubescens. — Point de Galle, corticola.

6. *Arthonia stenographella* Nyl. *N. Gran.* 2, p. 99, *Japon.* p. 85. Sporæ 3-septatæ, long. 0.012—14, crass. 0.0045. Iodo gelatina hymenialis fulvo-rubescens (præcedente cœrulescentia quadam). — Peradenia, super ramulos.

7. *Arthonia rubiginella* Nyl. Thallus cinerascens tenuissimus indeterminatus; apothecia rubiginosa vel nigricanti-rubiginosa, tenuiter astroideo-divisa; sporæ oviformes 2-septatæ, long. 0.020—23, crass. 0.008—0.010 millim. Iodo gelatina hymenialis cœrulescens, dein mox vinose rubens. — Point de Galle, corticola.

8. *Arthonia opegraphina* Ach. (sub *astroidea Syn.* p. 6). Apothecia nigricantia substellari-divisa; sporæ 3—4-septatæ, long. 0.014—21, crass. 0.005—7 millim. Iodo gelatina hymenialis cum thecis vinose rubescens. — Peradenia, corticola.

Vix distinguenda a *stenographella.* Huc pertinet *A. stellaris* Kmphb. (an Edeltannen bei Marquartstein) *Lich. Bay.* p. 296. In nota datur definitio *A. albellæ* Zw. *L.* 358, *Lich. Heidelb.* p. 43.

9. *Arthonia dispersula* Nyl. in *Flora* 1876, p. 285, Will. *Arth.* p. 30, *A. Austini* Will. *Arth.* p. 3. Thallus albus tenuissimus lævis maculiformis; apothecia nigra graciliter substellata aut simplicia irregulariter lanceolata subflexa; sporæ 1-septatæ, long. 0.009—0.010, crass. 0.0035 millim. Iodo gelatina hymenialis vinose rubens. — Point de Galle, corticola.

* *A. simplicata* Nyl. Differt apotheciis subrotundatis vel oblongis simplicibus. — Socia *A. dispersulæ* substellatæ.

10. *Arthonia phyllospiliza* Nyl. Thallus parum visibilis opacus, flabellato-cellulosus, subvirescens; apothecia fusca applanata subrotundata vel nonnihil difformia (latit. circiter 0.3 millim.), sporæ biseptatæ, long. 0.011—12, crass. 0.004 millim. Iodo gelatina hymenialis vinose rubescens. — Peradenia, foliicola, socia *Verrucariæ præstantis.*

11. *Arthonia simplicascens* Nyl. Similis *Arthoniæ anastomosanti*, sed sporæ simpliciores oviformi-oblongæ vel fusiformi-oblongæ, 5—7-septatæ, long. 0.016—18, crass. 0.006—7 millim. — Peradenia, corticola [1]).

12. *Arthonia anastomosans* Ach. *L. U.* p. 146, Nyl. *Scandin.* p. 259, Branth *Lich. Dan.* p. 123. Thallus obsoletus; apothecia nigra minutula subastroidea vel difformia; sporæ incolores ellipsoideæ murali-divisæ, long. 0.020—25, crass. 0.009—0.012 millim. Iodo gelatina hymenialis et sporæ fulvo-rubentes (hæ sic in thecis). — Point de Galle, Peradenia, corticola.

13. *Arthonia spectabilis* Flot., Nyl., Will. *Arth.* p. 51. Apothecia nigra applanata rotundato-difformia (latit. circiter 0.5 millim.); sporæ murales, long. 0.040—44, crass. 0.012—16 millim. Iodo gelatina hymenialis et sporæ vinose rubentes. — Point de Galle, corticola.

14. *Melaspilea subdeformis* Nyl. Thallus albidus tenuissimus vel obsoletus; apothecia nigra rotundata-difformia (latit. circiter 0.3 millim.); sporæ incolores oviformi-oblongæ 1-septatæ, long. 0.021—27, crass. 0.007 millim. (I vinose rubescentes), hypothecium non infuscatum. Comparanda cum *M. deformi* Schær., quæ sporas habet minores etc. — Peradenia, corticola.

15. *Melaspilea perminuta* Nyl. Thallus albido-glaucescens opacus tenuissimus continuus; apothecia nigra innata punctiformia vel subdifformia (latit. circiter 0.1 millim.); sporæ oviformes 1-septatæ, long. 0.010—12, crass. 0.005 millim, paraphyses graciles parcæ. Iodo gelatina hymenialis non tincta, sporæ dilute rubescentes. — Point de Galle, corticola.

Affinis est javanica *M. myriostigma* Nyl. in *Flora* 1866, p. 134, quæ sporas habet paullo majores, thallum rimulosum etc.

16. *Graphis scripta* Ach., Nyl. *Paris* p. 114. Sporæ 12-loculares, long. 0.040—60, crass. 0.010—12 millim. I +. — Peradenia, corticola.

17. *Graphis tenella* Ach., Nyl. *N. Gran.* p. 561. Sporæ 8-loculares, long. 0.023—25, crass. 0.008 millim. I +. — Ibidem.

18. *Graphis assimilis* Nyl. *Prodr.* p. 150, *N. Gran.* p. 74. Sporæ incolores fusiformes 8—10-loculares, long. 0.027—40, crass. 0.008 millim. I +. Hypothecium nigrum. — Ibidem.

---

[1]) Memoretur hic *A. pellæa* Leight. *Ceyl.* p. 180, t. 36, f. 27, Will. *Arth.* p. 48. Apothecia fusconigra rotundata-difformia. Sporæ fuscæ 7-septatæ.

19. *Graphis striatula* Ach., Nyl. *N. Gran.* p. 77. Sporæ incolores 12—14-loculares, long. 0.038—60, crass. 0.009 millim., I nonnihil obscuratæ. Hypothecium varians nonnihil infuscatum. — Pedrotallegalle, Rampodde, corticola.

20. *Graphis dendritica* Ach., Nyl. *Prodr.* p. 150, *N. Gran.* p. 79. Sporæ fuscæ 6-loculares, long. 0.023—27, crass. 0.007 millim., I obscuratæ. Hypothecium fuscum. — Pedrotallegalle, Rampodde, corticola.

21. *Graphis irradians* Nyl. Thallus glauco-cinerascens tenuissimus opacus (K flavens); apothecia radiantia, epithecio demum planiusculo; sporæ incolores oblongæ 6—8-loculares, long. 0.011—23, crass. 0.005—6 millim., I vix tinctæ. E stirpe *Graphidis inustæ* Ach. — Point de Galle, corticola.

22. *Graphis sophistica* Nyl. *N. Gran.* p. 74. *Gr. anguina* Nyl. *Prodr.* p. 149. Extus sat similis *Gr. scriptæ*, sed sporis 4—8:nis muralibus (I +), long. 0.023—50, crass. 0.014—21 millim. Hypothecium incolor. — Peradenia, corticola.

23. *Graphis Cingalina* Nyl. Comparanda cum subsimili *Graphide subnitida* Nyl. *Guin.* p. 49. Thallus macula pallida subnitidiuscula indicatus; apothecia incoloria innata obducta linearia, supra per fissuram hiascentia; sporæ 8:næ incolores ellipsoideæ murali-divisæ, long. 0.020—25, crass. 0.010—15 millim. (I et gelat. hym. —). — Point de Galle, corticola. *F. subnitida* Brasiliensis differt præcipue sporis nonnihil majoribus (long. 0.027—35, crass. 0.013—16 millim.).

24. *Graphis subserpentina* Nyl. *N. Gran.* p. 75. Thallus tenuis glauco-cinerascens lævigatus opacus determinatus; apothecia innata elongata flexuosa gracilia, passim ramosa, fissurā thallina cincta, epithecio rimiformi, hypothecio incolore; thecæ monosporæ, sporæ incolores murali-divisæ, long. 0.088—0.110, crass. 0.023—24 millim., I +. — In Ceylon corticola (Gardner ex hb. Hooker).

Variant thecæ rarius bi-sporæ, tum sporæ minores. Spermogonia spermatiis minutis bacillaribus, long. fere 0.0045 millim., crass. fere 0.001 millim. — Point de Galle, corticola.

25. *Graphis leprographa* Nyl. Affinis priori, apotheciis vero facie sicut in *Gr. sophistica*, thecis autem monosporis. Sporæ incolores grosse fusiformes murali-divisæ, long. 0.070—92, crass. 0.020—24 millim. (I obscuratæ). Hypothecium incolor. Thallus albidus tenuis farinoso-leprodeus K —. Gonidia parva. Apothecia sæpe a thallo suffusa. — Point de Galle, corticola et saxicola.

26. *Graphis obtecta* Nyl. in *Flora* 1867, p. 8, 1869, p. 72. *N. Gran.* p. 83 quoad indicam. et coll. Hook. n:o 2264. Thallus albidus opacus (K e flavo ferruginascens); apothecia linearia simplicia aut parum divisa, epithecio sæpe hiascente suffuso; thecæ monosporæ, sporæ murales, long. 0.060—125, crass. 0.018—45 millim. Gelatina hymenialis et sporæ I cœrulescentes. — Peradenia, corticola.

Vix differt *Graphis glaucoleucodes* Nyl., quæ est *Gr. Poitæi* Nyl. *N. Gran.* p. 566 (non Fée) et Lindig coll. n:o 144, et ab ea parum distat *Gr. Columbiana* Nyl. (*obtecta* var. in *N. Gran.* p. 83), sed hæc habet thallum K —. Distinguenda est ab indica *obtecta* affinis *Gr. particeps* Nyl. (etiam data in coll. Hook. et Thoms. sub numero 2264), ei thallus K — et apothecia perithecio supra saltem tenuiter nigricante (inde striga supera in sectione) et adest quoque in Nova Caledonia (lecta in Lifu a Deplanche et Thiébaut). — *Gr. monophora* dicenda est quæ datur in coll. Lindig n:o 2724 pro parte (etiam numeris 794, 877, 901) et quæ vix sistit nisi varietatem thecis monosporis *Graphidis virgineæ* Eschw.; thallus et apothecia K + flaventia (immixta sub *Gr. obtecta* var. *columbiana* in Nyl. *N. Gran.* p. 83).

27. *Graphis concolor* Nyl. *Enum. génér.* p. 129 (nomen). Thallus albidus opacus tenuis, K —; apothecia oblongo-linearia innata marginata thallodeo-velata; thecæ monosporæ, sporæ murales incolores, long. 0.100—160, crass. 0.028—44 millim., I +. — Peradenia, corticola. Specimen miserum solum visum. Forsan *Ustalia Junghuni* Mnt. & V. d. Bosch *Lich. Javan.* p. 51 huc pertinet, sed descriptio parum convenit.

28. *Graphis chrysentera* Mnt., Nyl. *N. Gran.* p 565. Apothecia striatula, rima epitheciali nigrescente; sporæ murali-divisæ, long. 0.072—80, crass. 0.020—23 millim., I +. — Rampodde, corticola.

29. *Graphis chrysentherodes* Nyl. *Gr. excellens* Nyl. in Husn. *Antill.* p. 21 (ut var. chlorocarpæ Fée), *Lab.* p. 11. Thallus albidus opacus tenuis K —; apothecia pallida fusiformi-linearia vel longiora, epithecio rimiformi; sporæ 2—8:næ incolores murali-divisæ, long. 0.060—0.100, crass. 0.016—23 millim., demum subfuscescentes, I +. — Peradenia, corticola (solum frustulum visum).

30. *Graphis grisea* Nyl. *Enum génér.* p. 129. Thallus macula pallide grisea indicatus; apothecia prominula margine albido-griseo tumide cincta, oblonga aut linearia, subflexuosa, varia, epithecio concavo albosuffuso, intus nigra, hymenio incolore; sporæ 4—8:næ incolores vel leviter fuscescentes, oblongæ murali-divisæ, long. 0.080—120, crass. 0.025—27 millim., I gelatina hymenialis fulvescens, sporæ obscuratæ, perithecium cum hypothecio denigratum. — Peradenia, corticola. Antea lecta a Gardner.

31. *Graphis bilabiata* Nyl. *Enum géner.* p, 129, *Guin.* p. 28. Sporæ 1—2:næ in thecis, long. 0.055—0.100, crass. 0.025—42 millim., I + cœrulescentes. — Labuan.

32. *Fissurina dimorphodes* Nyl., Leight. *Ceyl.* p. 176, t. 36, f. 15. Sporæ 4-loculares loculis mediis (1 vel 2) medio interruptis, long. 0.010—15, crass. 0.006—7 millim., I obscuratæ. Paraphyses graciles apice (clava fusca nulla) vix clavatæ luteo-fuscescentes inspersæ, inde epithecium luteo-fuscescens. Margo thallinus apotheciorum semel striatulus. — In Ceylon legit Thwaites ex hb. Hook.

Affinis *Fissurinæ dimorphæ* Nyl. *N. Gran.* p. 80, Wright *Cub.* n:o 3 f. Subsimilis *Graphidi chrysenteræ* Mnt.

33. *Glyphis favulosa* Ach., Nyl. *Antill.* p. 21. Sporæ 8:næ incolores 8—10 loculares, long. 0.027—37, crass. 0.008—9 millim. — Peradenia, corticola. Calcutta (Kurz).

34. *Glyphis torquescens* Nyl. *Jap.* p. 114, *Lab.* p. 13. Thallus macula pallescente indicatus (K vix lutescens); apothecia nigra depressa in stromatibus indistinctis albido-suffusis subcontorta lineis epithecialibus rimiformibus (contortis); sporæ fuscæ oblongæ transversim 6—8-loculares (loculis mediis 1—3-divisis), long. 0.023—33, crass. 0.008—0.011 millim. (I nonnihil tinctæ), paraphyses inspersæ, hypothecium cum perithecio nigrum. — Peradenia, corticola.

35. *Glyphis subtorquescens* Nyl. Thallus macula pallida indicatus; apothecia in stromatibus albidis difformibus (K sublutescentibus) intricatis planiuscula vel concaviuscula pruinosa; sporæ fuscescentes oblonge 6-loculares (loculis mediis 1—3-divisis), long 0.023—27, crass. 0.009—0.011 millim. (I +), hypothecium et perithecium nigra. — Peradenia, corticola.

Affinis *Glyphidi torquescenti* Nyl., sed facie *Gl. medusulinæ* Nyl. *N. Gran.* p. 108, quæ sporas alias habet.

36. *Glyphis confluens* Mnt., Nyl. *N. Gran.* p. 109. Sporæ fusiformes 10-loculosæ, long. 0.038, crass. 0.007 millim., I obscuratæ. — Pedrotallegalle, corticola.

Series VIII. — **Pyrenocarpodei.**

Trib. 18. — **Pyrenocarpei.**

1. *Verrucaria luteo-pallens* Nyl. Thallus glaucescens tenuissimus effusus haplogonidicus; apothecia luteo-pallescentia mastoideo-prominula (latit 0.5 mil-

lim.); sporæ fusiformes 9—11-septatæ, long. 0.080—85 millim., crass. 0.016—18 millim. — Super ramulum in Pedrotallegalle.

E stirpe *Verrucariæ mastoideæ*. Prope *Verrucariam globosam* Tayl., Nyl. in *Flora* 1883, p. 534, *Guin.* p. 38 sit disponenda.

2. *Verrucaria præstans* Nyl. *Angol. Welwitsch.* p. 15, *Lich. Andam.* p. 19. Similis *Verrucariæ epiphyllæ* Nyl. *Pyrenoc.* p. 38, sed sporis 7-septatis, long. 0.020—25, crass. 0.004 millim. — Foliicola, thallo subvirescente parum evoluto platygonidico.

3. *Verrucaria Ceyloniensis* Mass. ex hb. Hmp. Thallus albus obsoletus; apothecia mediocria (latit. 0.4—0.7 millim.) pyrenio dimidiatim nigro, medio prominulo epithecio impressulo; sporæ incolores oblongo-ovoideæ vel oblongæ 1-septatæ, long. 0.023—38, crass. 0.009—0.013 millim., paraphyses nullæ vel haud distinctæ. Gelatina hymenialis Iodo non tincta. — Corticola in Ceylon. E stirpe *Verrucariæ epidermidis*.

4. *Verrucaria luteo-nitens* Nyl. Thallus macula lutescente nitidiuscula indicatus; apothecia pyrenio nigro (latit. 0.5 millim.) plus minusve obducta; thecæ monosporæ, sporæ incolores vel dilute fuscescentes murales, long. 0.230—0.330, crass. 0.070—90 millim., paraphyses gracillimæ confertæ, protoplasma thecarum et sporæ I rosello-tincta. — Pedrotallegalle, corticola.

5. *Verrucaria epapillata* Nyl. *Pyrenoc.* p. 43 (coll. Hook. et Thoms n:o 2286), *N. Gran.* p. 576, Wright *Cub.* n:o 27. Thallus macula pallescente indicatus; apothecia epapillata et fere tota obtecta; sporæ binæ fuscæ oblongæ murali-divisæ, long. 0.140—0.205, crass. 0.036—50 millim. — Corticola.

Facile *Pyrenastrum* cum *V. luteo-nitente*.

6. *Verrucaria nitida* Schrad., Nyl. *Pyrenoc.* p. 45, minor. Sporæ long. 0.023—26, crass. 0.010—12 millim. — Point de Galle, corticola.

* *Verrucaria nitidella* Flk., Nyl. l. c. p. 46. Sporæ long. 0.021—23, crass. 0.008—0.012 millim. — Pedrotallegalle, corticola.

7. *Verrucaria marginata* Hook., Nyl. ibidem. Sporæ long. 0.018—30, crass. 0.010—11 millim. Vix specie differt a *nitida*. — Pedrotallegalle, corticola.

8. *Verrucaria mamillana* Ach., *Meth.* p. 120, t. 3, f. 2, *L. U.* p. 279, *Syn.* p. 92. Var. *Santensis* Tuck., Nyl. *Pyrenoc.* p. 45. Sporæ long 0.014—18, crass. 0.006—7 millim. — Peradenia, corticola.

9. *Verrucaria paramera* Nyl. in *Chall. Exped.* ed. Crombie p. 227. Thallus macula pallida indicatus; apothecia nigra prominula (latit. 0.3 millim.); sporæ incolores aut demum fuscæ, oblongæ sericbus 6—8 biloculares, long. 0.024—40, crass. 0.011—15 millim. Gelatina hymenialis I rosello-tincta.

Accedunt *V. libricola* Fée et *V. interponens* Nyl. *Andam.* p. 20. — Point de Galle, corticola, socia *V. nitidæ*. Peradenia.

10. *Verrucaria denudata* Nyl. *Pyrenoc.* p. 49, *Labuan* p. 14. Thallus albidus tenuissimus; apothecia nigra prominula (latit. 0.25 millim.); sporæ subincolores vel dilute nigrescentes, obtuse ellipsoideæ 4-loculares, loculis mediis bi-loculosis, long. 0.014—15, crass. 0.010 millim. — Point de Galle, corticola.

11. *Verrucaria discissa* Nyl. Thallus albidus opacus tenuissimus; apothecia nigra innata (latit. 0.3—0.5 millim.), circumcirca discissa, pyrenio infra incolore; sporæ fuscæ oblongæ transversim 6—8-loculares, long. 0.018—20, crass. 0.006 millim. I gel. hym. non tincta. — Ibidem.

12. *Verrucaria tropica* Ach. *Syn.* p. 9, Nyl. *Pyrenoc.* p. 57. Sporæ incolores 4-loculares, long. 0.021, crass. 0.007 millim. — Peradenia, corticola.

13. *Verrucaria interducta* Nyl. in *Flora* 1866, p. 134. Similis *V. subductæ* Nyl. *N. Gran.* p. 116, sed sporis minoribus, long. 0.032—42, crass. 0.014—18 millim. Sporæ fuscescentes 4-loculares. I gel. hym. vix tincta. — Peradenia, corticola.

14. *Verrucaria catervaria* Fée, Nyl. *Pyrenoc.* p. 52. Confluens cum *Trypethelio pallescente* Fée, Nyl. l. c. p. 74. *Verrucaria ochroleuca* Eschw. *Brasil.* p. 137 (1829). Sporæ ellipsoideæ 4-loculares, long. 0.024, crass. 0.008 millim. — Peradenia, corticola.

15. *Verrucaria diluta* Fée, Nyl. *N. Gran.* p. 578. Pyrenia integra nigra, passim thallodeo-suffusa. Sporæ incolores 3-septatæ, long. 0.025—35, crass. 0.008—0.011 millim. — Pedrotallegalle, corticola.

16. *Verrucaria stenobela* Nyl. Thallus macula albida indicatus; apothecia pyrenio dimidiatim nigro (latit. circiter 0.3 millim.); sporæ 8:næ tenuiter aciculares (obsolete vel vix septulatæ) subrectæ, long. 0.070, crass. 0.002 millim., paraphyses graciles. I gel. hym. — (vel. lutescens). — Corticola, accedens ad *V. raphidiophoram* Nyl. *N. Caled.* p. 93, quæ sporas habet nonnihil majores.

17. *Strigula complanata* Mnt., Nyl. *Pyrenoc.* p. 65. — Frequens super folia.

Citetur adhuc *Lepraria flava* Schreb. e Rampodde.

Quæ paginis præcedentibus exponuntur Lichenes spectant a cl. E. Almquist e Ceylonia reportatis, sed adest opus 1869 editum ea vegetabilia tractans titulo:

The Lichens of Ceylon collected by G. H. K. Thwaites Director of Royal Botanic Garden Peradeniya, Ceylon. Examined and determined by the Rev. W. A. Leighton (plates 36 & 37).

In hocce opere species plurimæ enumerantur, quæ desunt in collectione Almquistiana, eas tamen afferre non possum, nam de determinationibus auctoris incertus maneo. Thelotremeos et Graphideos præsertim haud paucos doleo in enumeratione nostra omitti, regionibus nempe pertinentes ab expeditione Vegæ non visitatis.

Si omnes Lichenum Tribus in enumeratione nostra Ceylonica datæ computantur, invenimus:

Collemei	5
Caliciei	1
Sphærophorei	1
Bæomycetei	1
Stereocaulei	1
Cladoniei	6
Ramalinei	1
Usneei	1
Parmeliei	11
Stictei	7
Physciei	10
Pyxinei	2
Pannarinei	2
Lecanorei	24
Lecideei	18
Pertusariei	5
Thelotremei	10
Graphidei	36
Pyrenocarpei	17
Toti Lichenes	159

Additamentum ad Lichenes Japoniæ.

Lichenibus Japoniæ 1890 editis, postea collectionis Almquistianæ fasciculus prætermissus inventus fuit, unde plurima addenda haurire licuit. Sic Additamentum ortum est, quod nunc offerre hic convenit.

Trib. 1. — Collemei.

1. *Collema aggregatum* Ach. Thallus membranaceus I —. Sporæ aciculares 9-septatæ, long. 0.065—85, crass. 0.0035—45 millim. I gelatina hymenialis cœrulescens. — Simonosaki, corticola. [1])

Trib. 2. — Cladoniei.

1. *Cladonia botrytes* var. *exsoluta* Nyl. Minor (latit. circiter 5 millim.) thallo podetiorum pulvereo. — Super corticem pini in Itchigômé. Squamulæ subtus pulvereæ. Sporæ long. 0.010—11, crass. 0.0030—35 millim. I gelatina hymenialis dilute cœrulescens.

Memoretur hic *Cl. chlorophæa* var. *lacinians* Nyl. Sporæ long. 0.010—15, crass. 0.003—4 millim. Thallus laciniosus. Podetia K subflavescentia. In California (D:r Hasse).

2. *Cladonia ochrochlora* f. *truncata* Flk. (Coem. *Belg.* n:o 82) minor, apotheciis pallidis. — Itchigômé, truncicola.

---

[1]) In California adest *Collema conglomeratum* Hffm. Nyl. *Paris.* p. 16 insigne saxicola. Ei sporæ fusiformes 1-septatæ, long. 0.020, crass. 0.006 millim. Thallus I rubescens.

3. *Cladina sylvatica* Hffm. K (Ca Cl) flavens. — Itchigômé et Foujiyama, altit. 7500 pedum.

Trib. 3. — Cetrariei.

1. *Platysma Fahlunense* * *insolitum* Nyl. — Etiam in Foujiyama in regione fruticum.

Trib. 4. — Parmeliei.

1. *Parmelia conspersa* (Ehrh.) Ach., Nyl. *Japon.* p. 29. Medulla K ferrugineo-rubricans. [1])

Trib. 5. — Gyrophorei.

1. *Gyrophora tylorhiza* Nyl. *Lapp. or.* p. 122 (1866), in *Flora* 1887, p. 135 (e China, Yunnan, leg. Delavay, sporis long. 0.010—12, crass. 0.006—8 millim.) sit *G. esculenta* Miyoshi in *Bot. Centralblatt* 1893, japonice dicta *Iwatake* (tamen sporæ nonnihil dissimiles describuntur), et inter escas exquisitas existimata, in commercia admissa. Etiam exportatur. Vidi specimina e foro olitorio japonico sterilia, ubi mercatores hujus Gyrophoræ nomine *Iwatake-tori* designantur. Quoque *Alectoria sulcata* (Lév.) in Japonia edulis, teste Miyoshi, sed minoris momenti quam *Gyrophora*. Similiter *Ramalina calicaris* Hffm., in China Yunnan (Delavay n:o 3133) edulis nomine *Chou-hoatsay*.

Trib. 6. — Pannarinei.

1. *Pannaria leucosticta* Tuck., Nyl. *Syn.* II, p. 34. Sporæ long. 0.015—16, crass. 0.009—0.010 millim. Iodo gelatina hymenialis fulvo-rubens (præcedente cœrulescentia). — Itchigômé, corticola.

Memoretur hic *Heppia leptopholis* Nyl. in Hasse *L. Sout. Calif.* p. 10. Sporæ globulosæ diam. 0.005 millim. Accedens ad *H. psammophilam* Nyl. in *Flora* 1878, p. 339. In California terrestris.

---

[1]) In *Parmelia cetrarioide* Del., Nyl. *Japon.* p. 26, sicut etiam in *P. olivetorum* Ach., Nyl. thallus superficialiter albo punctatulus, quod characterem præstantem earum sistit.

Trib. 7. — Lecano-Lecidei.

Subtrib. I. — Lecanorei.

1. *Lecanora phæodes* Nyl. Thallus albidus tenuis rugoso-inæqualis (K —); apothecia lurido-ferruginascentia vel fuscescentia, convexiuscula (latit. circiter 1 millim.), infra obscurata; sporæ placodino-morphæ vel 1-septatæ, long. 0.020—24, crass. 0.010—11 millim., epithecium K violaceo-purpurascens; hypothecium infra fuscum. — Itchigômé, corticola.

Species bene distincta sporis majusculis et hypothecio strato infero obscurato. Variat apotheciis majoribus compositis. Variat etiam margine nigricante.

2. *Lecanora ferruginea* (Huds.) Nyl. *Paris.* p. 48. Thallus albidus rugoso-inæqualis K —; apothecia ferruginea mediocria (latit. 1 millim. vel etiam majora), biatorina (hypothecio cellulis angustatis); sporæ placodino-morphæ vel sæpius 1-septatæ, long. 0.012—22, crass. 0.006—9 millim. Dicatur *septella* ob hanc conformationem sporalem. — Itchigômé, super corticem pini ut videtur. [1])

3. *Lecanora carneo-fusca* Nyl. *Rodrig.* p. 438. Thallus albidus granuloso-inæqualis K —; apothecia fusca lecanorina mediocria (latit. circiter 0.5 millim.), margine thallino albido subintegro cincta; sporæ placodino-morphæ, long. 0.011—16, crass. 0.006—7 millim. Iodo gelatina hymenialis intensive cœrulescens. — Simonosaki, corticola. [2])

4. *Lecanora coilocarpoides* Nyl. Accedit ad *Lecanoram roboris* Duf., sed thallus albidus rugoso-inæqualis K —. Sporæ fuscæ 1-septatæ, long. 0.020—

---

[1]) Observetur in Cromb. *Br. Lich.* p. 376, 377, singulari errore apud *Lecanoram ferrugineam* et *L. ferruginascentem* dici thallum esse „K purplish". Ubinam hoc vidit?

Definiatur hic obiter *Pannularia perfurfurea* Nyl., cui thallus fuscus tenuiter furfuraceus effusus; apothecia fusca plana mediocria (latit. 0.5 millim.), margine non prominulo subpallescente; sporæ breviter ellipsoideæ, long. 0.009—0.010, crass. 0.005 millim. I gel. hym. fulvescens. — Muscicola in Scotia, New-Galloway (James Mc Andrew).

[2]) Memoretur hic *Lecanora subpyraceella* Nyl., cui thallus parum visibilis; apothecia subfulva margine aurantiaco (latit. fere 0.25 millim. vel minora), epithecium K purpurascens; sporæ 8:næ oblongæ 1-septatæ vel septo tenui pertuso placodino-morphæ, long. 0.012—17, crass. 0.004—6 millim. Supra terram in California (D:r Hasse), cum *Lecidea subplebeja* et *Lecanora obpallente* Nyl. Minutie convenit cum *Lecanora pyraceella* Nyl. in *Flora* 1877, p. 457, sed sporis aliis longioribus nec ita turgide placodino-morphis; hæc in Lapponia graniticola et in Insula Behringii.

Etiam comparanda *L. pellodella* Nyl. in Hasse *Calif.* p. 10, cui thallus olivaceo-obscuratus parum evolutus. Sporæ long. 0.010—11, crass. 0.005—6 millim. Epithecium K purpurascens. — California, graniticola.

25, crass. 0.009—0.013 millim. I gelatina hymenialis intensive cœrulescens. — Itchigômé, corticola.

5. *Lecanora subpariata* Nyl. Thallus albus granulatus, hypothallo nigro impositus, K eximie flavens; apothecia nigra mediocria (latit. 0.7 millim.) vel minora; sporæ fuscæ ellipsoideæ 1-septatæ, long. 0.021—27, crass. 0.010—12 millim. I gelatina hymenialis intensive cœrulescens. — Itchigômé, super corticem (pini?). E stirpe *L. sophodis* p. 40, ubi addatur ipsam *L. sophodem* etiam occurrere in Simonosaki.

6. *Lecanora chlarotera* Nyl. *Pyr. or.* p. 20, Brenn. *Hogl.* p. 60. — Etiam ad Nagasaki.

7. *Lecanora rugosa* Ach., Nyl. *Japon.* p. 44. — Etiam ad Itchigômé.

8. *Lecanora atrynea* * *melacarpa* Nyl. *Japon.* p. 44. Thallus corrugatus. In Japonica sporæ long. 0.012—15, crass. 0.008—9 millim. I gelatina hymenialis cœrulescens, dein fulvescens. Errore hic ducitur l. c. „qualis etiam in maritimis Galliæ occidentalis", quæ ducenda est ad *campestrem* Schær.

9. *Lecanora achroella* Nyl. *Rodrig.* p. 439. Thallus albidus tenuis subgranulose continuus K + fl.; apothecia pallidula plana minuta, margine thallino integro cincta (latit. 0.4 millim., vel minora); sporæ ellipsoideæ long. 0.009—0.011, crass. 0.005—6 millim. I gelatina hymenialis cœrulescens, dein fulvescens. — Nagasaki, Hiroshima, corticola. Etiam in insula Rodrigues et in Mozambiques.

10. *Lecanora fuscescens* (Smrf.) Nyl. *Scandin.* p. 212, *Flora* 1872, p. 552 not. 1, Cromb. *Br. Lich.* p. 423, Nyl. *Japon.* p. 45. *Lecidea* in Nyl. *Paris Suppl.* p. 6. — Itchigômé, pinicola.

11. *Lecanora conizæa* (Ach.) Nyl. in *Flora* 1872, p. 249, *Japon.* p. 45. *Paris* p. 61. — Hiroshima, pinicola. Yokohama, Simonosaki.

12. *Lecanora symmictera* Nyl. in *Flora* 1872, p. 249, *Japon.* p. 46. *Lecidea* in Nyl. *Paris* p. 81. I gelatina hymenialis cœrulescens, dein thecis fulvescentibus.

13. *Lecanora atra* (Huds.) Ach., Nyl. *Japon.* p. 47, saxicola. — Itchigômé, corticola. Thallus K + flavens; sporæ ellipsoideæ simplices, long. 0.015—16, crass. 0.006—7 millim.),paraphyses mediocres discretæ, epithecium obscure violascens (thalamium dilutius violascens, K violascentia lætens tincta).

14. *Lecanora tartarea* (L.) Ach., Nyl. *Japon.* p. 47. Thallus et apothecia Ca Cl +. — Etiam in Hiroshima.[1])

---

[1]) *Lecanora subolivascens* Nyl. in hb. Hasse hic memoretur. Thallus olivascens placodiiformis adnatus. Apothecia et spermogonia ignota. Thallus K — (Ca Cl —). In California graniticola.

15. *Lecanora glaucomiza* Nyl. Thallus albidus tenuis effusus K + flavens; apothecia albo-pruinosa mediocria (latit. circiter 1 millim.), margine thallino integro; sporæ vermiformes, long. 0.060—0.100, crass. fere 0.005 millim. I gelatina hymenialis cœrulescens. Forsitan nimis affinis est *L. ochrophæa* Tuck., Nyl. *Japon.* p. 49. Apothecia fusca vel fusco-nigricantia plus minusve pruinosa (vel plus minusve nuda, f. *nudiuscula).* — Itchigômé, corticola.

16. *Lecanora punicea* Ach., Nyl. *N. Caled.* p. 30. Thallus K + flavens. — Nagasaki, corticola.

Subtrib. II. — Lecideei.

17. *Lecidea aurigera* Fée *Essai* p. 106, t. 28, f. 1, *Suppl.* p. 103, t. 3, f. 5, Nyl. *Port Natal* p. 8, *L. exot.* p. 223. *Lecanora Boninica* Tuck. Sporæ long. 0.014—19, crass. 0.008—0.011 millim. — In ins. „Bonin" (Wright), corticola.

18. *Lecidea tornoënsis* Nyl. *Scandin.* p. 195, *Japon.* p. 61. Thallus parum evolutus; apothecia nigricantia convexa; sporæ long. 0.020—23, crass. 0.012—16 millim. I gelatina hymenialis cœrulescens, dein fulvo-rubescens (thecæ præsertim tinctæ; sporæ endosporio et exosporio distinctis). — Pinicola atque etiam super alios cortices et lignum, in Itchigômé.

19. *Lecidea meiocarpa* Nyl. in *Flora* 1876, p. 577, *Japon.* p. 61. Sporæ long. 0.009—15, crass. 0.0035—45 millim. I gelatina hymenialis fulvo-rubens. — Itchigômé, corticola.

20. *Lecidea sylvana* Arn. *L.* 47, Nyl. *Paris* p. 81. Thallus albidus tenuis inæqualis subdispersus. Sporæ long. 0.010—12, crass. 0.003—4 millim. I gelatina hymenialis cœrulescens, dein fulvo-rubens. — Corticola cum priore.

21. *Lecidea longella* Nyl. Thallus cinerascens obsoletus; apothecia nigra

---

Lecanora obpallens Nyl. in hb. Hasse. Thallus pallidus frustulosus adnatus K —; apothecia fusca plana (latit. fere 1 millim. vel minora); thecæ polysporæ, sporæ oblongæ long. 0.0035. I gelatina hymenialis fulvescens. In California supra terram, socia *Lecideæ subplebejæ.* E stirpe *Lecanoræ cervinæ.*

Lecanora gyalectodes Nyl. Thallus albus tenuis subfarinaceus; apothecia roseo-rubentia prominula urceolata in receptaculis lecanorinis albis latit. 0.5 millim.; sporæ obtuse oblongæ murales, long. 0.020—26, crass. 0.011—14 millim., paraphyses graciles confertæ. I gelatina hymenialis vix tincta. Gonidia diam. 0.008—0.010 millim. — In California supra saxa calcarea montium Santa Monica (D:r Hasse).

convexa (latit. 0.25 millim.), intus obscura; sporæ elongato-fusiformes 1-septatæ, long. 0.015—21, crass. 0.002 millim, paraphyses non discretæ, epithecium incolor, thalamium sordidum, hypothecium non obscuratum. I gelatina hymenialis cœrulescens, dein vinose rubescens. Videtur proxima *Lecideæ globulosæ* Flk., sporis longioribus mox dignota. — Itchigômé, corticola.

22. *Lecidea sphærellifera* Nyl. Thallus albidus tenuis granulosus; apothecia pallida vel variantia obscuriora (latit. 0.5 millim. vel minora), margine thallodeo integro; sporæ 8:næ globulosæ, diam. 0.005—6 millim., epithecium inspersum. I gelatina hymenialis cœrulescens, dein fulvo-rubescens, thecæ præsertim tinctæ. — Corticola. Specimnulum solum visum.

Pertinere videtur ad viciniam *Lecanoræ effusæ* Pers., Nyl. *Scandin.* p. 165, apotheciis margine thallodeo subintegro biatorinis, margine thallodeo in juvenilibus visibili nulla gonidia continente. Hæc corticola *Lecideam fuscescentem* Smrf. minorem simulat.

23. *Lecidea turgidula* Fr., Nyl. *Scandin.* p. 201, *L. P.* 142, *Paris Suppl.* p. 5. Thallus albidus tenuissimus vel evanescens K —; apothecia nigra planiuscula immarginata (latit. 0.2—0.4 millim.), variantia leviter cæsio-pruinosa, intus albida; sporæ oblongæ simplices long. 0.008—12, crass. 0.0035 millim., paraphyses non discretæ. Pertineat ad stirpem *L. vernalis* vel potius *L. conferendæ* Nyl. — Itchigômé, lignicola.

24. *Lecidea synotheoides* Nyl. *Japon.* p. 63. Sporæ long. 0.011—18 millim.

25. *Lecidea afferens* Nyl. *Japon.* p. 65. Sporæ 1-septatæ long. 0.011—16, crass. 0.005—7 millim.

26. *Lecidea eupodia* Nyl. Thallus fuligineo-fuscus tenuis furfuraceus; apothecia nigra calicioidea crassiuscula stipitata (latit. 0.5, stipite altit. 0.25 millim.), intus concoloria; sporæ fusiformi-oblongæ 1-septatæ, long. 0.016—19, crass. 0.006—7 millim., paraphyses non discretæ, thalamium subfusco-violascens (epithecium et hypothecium obscurius fusco-violascentia aut fusca (K violascentia subvisibilis). I gelatina hymenialis vinose rubens. — Super lignum putridum (abietis?) in Itchigômé. Thallus e syngonidiis globulosis compositus.

Accedit ad *Lecideam crassipedem* Fr. fil., Nyl. *Lapp. or.* p. 164, quæ omissa fuit in *Lich. Fret. Behring.* p. 47 (in Insula Lawrence lecta a cl. E. Almquist). Habet sporas oblongas simplices vel raro 1-septatas, long. 0.010—14, crass. 0.0035—45 millim., gelatina hymenialis I vinose rubens. Thallus albidus syngonidimiosus, syngonidimiis globulosis radicellos emittentibus. In *Lecidea hypopodia* Nyl. l. c., etiam in Lawrence insula obveniens, similiter syngonidimia adsunt. Quoque omittitur in *L. Freti Behring.* e Lawrence-

insula *L. ramulosa* Fr. fil. cui nulla syngonidimia globulosa. Patet *L. eupodiam* affinitatem habere cum *L. crassipede*, licet sporologice ambæ distant.

27. *Lecidea Nægelii* Hepp., Nyl. *Paris* p. 82. Thallus albidus tenuissimus; apothecia pallida aut livida (vel obscuriora); sporæ fusiformi-oblongæ 3-septatæ, long. 0.015—20, crass. 0.005 millim. I gelatina hymenialis cœrulescens, dein obscurata. — Itchigômé, lignicola. Etiam in California (D:r Hasse), Santa Monica Range.

28. *Lecidea baculifera* Nyl. *Japon.* p. 67 (f. *submedians*). Thallus albidus tenuis subleprosulus K —, sæpius subdispersus; apothecia pallido-testacea (latit. circiter 0.5 millim.), convexula immarginata; sporæ baculiformes simplices aut 3—7 septatæ, long. 0.030—42, crass. 0.004—6 millim., paraphyses mediocres molles, hypothecium incolor. I gelatina hymenialis fulvorubens. — Itchigômé, corticola, lignicola et muscicola. Forsitan prope *Lecideam medialem* Tuck. disponenda.

29. *Lecidea luteola* (Schrad.)? — Nagasaki. Speciminulum parum evolutum modo visum. Sporæ 5-septatæ, long. 0.046—50, crass. 0.003—4 millim.

30. *Lecidea arceutina* Ach., Nyl. *Paris* p. 85. Thallus cinerascens tenuis; apothecia fusca convexula; sporæ aciculares 9—15-septatulæ, long. 0.060—65, crass. 0,002—3 millim. I gelatina hymenialis cœrulescens, dein rubescens. — Nagasaki, corticola.

31. *Lecidea subvermifera* Nyl. Thallus albidus tenuis continuus K —; apothecia nigra convexa (latit. 0.5 millim.), intus concoloria; sporæ vermiculares 3—5-septatæ, long. 0.030—40, crass. 0.003 millim., hypothecium nigricans. I thecæ bene cœrulescentes. — Itchigômé, corticola. Epithecium et hypothecium K —.

32. *Lecidea invertens* Nyl. Thallus albidus tenuissimus continuus K leviter flavescens; apothecia rufescentia aut nigricantia, plana marginata (latit. circiter 0.3 millim.), intus albida; sporæ vermiformes, septis 9 vel pluribus, long. 0.046—56, crass. 0.0035—0.0045, epithecium fuscescens (K obsolete violascens). I gelatina hymenialis cœrulescens. — Nagasaki, corticola. [1])

---

[1]) Memoretur hic *Lecidea populina* Muell. microg. („Xanthella populina"). Thallus cinereo-virescens subfurfurosus; apothecia læte flava convexiuscula (latit. 0.3 millim.), intus albida; sporæ oblongo-ellipsoideæ simplices, long. 0.010—11, crass. 0.006 millim., epithecium inspersum K —. I gelatina hymenialis cœrulescens. Ad Fort Collins in Colorado legit Baker (misit Eckfeldt). Est Biatora propriæ stirpis.

E. J. Boredorff.

* 24/9 1810, † 30/7 1898.

MINNESTAL

ÖFVER

EVERT JULIUS BONSDORFF

HALLET

PÅ FINSKA VETENSKAPS-SOCIETETENS ÅRS- OCH HÖGTIDSDAG

DEN 29 APRIL 1899

AF

OTTO E. A. HJELT.

Ända från sin stiftelse har Finska Vetenskaps-societeten haft för sed att på sin årsdag högtidlighålla minnet af sina sedan föregående årsmöte ur tiden bortgångna ledamöter. Denna dag erinrar oss likväl först om den ädle furste, societetens höge beskyddare, som älskade vårt land, skyddade dess lag och spred ljus, förnöjsamhet och lycka i dess bygder. Därför har han ock vunnit det finska folkets trofasta, aldrig slocknande kärlek, därför skall hans namn välsignas och med oförminskad glans stråla i våra häfder som Finlands oförgätlige välgörare! Huru ofta skördas icke vetenskapsmannen i sin lefnads fulla blomstring? Särskildt har man trott sig kunna yttra det om läkaren, hvars mödosamma och ansträngande kall tär på hans lifstråd och tidigt öppnar för honom själf den graf, för hvilken han sökt skydda andra och i hvilken han sett så många gömmas. Och dock, när vi nu bereda oss för en minnesteckning af framlidne professor emeritus, arkiatern och statsrådet Evert Julius Bonsdorff, synes hans långa lifstid jäfva detta uttalande. Vi få se den sällsynta bilden af en man, som, efter att med ovanlig arbetskraft hafva burit lefnadsdagens möda, icke tvekade att ännu på sin ålderdom egna sig åt författareverksamhet eller, när behofvet så fordrade, ställa sin förmåga till de lidandes och hjälpbehöfvandes tjenst. Långt efter det han dragit sig tillbaka från det offentliga lifvets bekymmer och kunnat, såsom mången annan, under sin långa lefnadsafton i landtlifvets ostörda stilla lugn med blicken fästad på flydda tider njuta af hvilans ro, tänkte han på arbetets pligt.

En sådan förebild är så mycket mera sällsynt, som han var en af dem, hvilka själfve fått upplefva och bevittna en utveckling, ja fullkomlig ombildning af den ungdomsvetenskap, hvilken väckte ynglingens hängifvenhet och blef målet för hans mannaålders sträfvan. Han såg den ena vetenskapsgrenen efter den andra skjuta ut från den gamla stammen och i oanadt mått föröka dess omfång och innehåll. Han såg vetenskapens själfva grundåskådning blifva en annan och nya vägar öppna sig för dess rastlösa tillväxt. Rik var hans egen

insats i vår vetenskapliga litteratur, rik den väckelse han gaf åt den självständiga medicinska forskning, som nu fortgår med växande kraft i vårt land, rika de samlingar han med outtröttlig energi sammanbragte till den inhemska naturalhistoriens förkofran och hvilka för en kommande tid förblifva af oskattbart värde.

Under skildringen af den aflidnes verksamhet skola vi finna huru mångsidig den varit.

Evert Julius Bonsdoff föddes i Åbo den $^{24}/_{9}$ 1810. Hans fader professorn i grekiska litteraturen Johan Bonsdorff, gift med Erika Emerentia Wasz, var den yngste af de tre bröder Bonsdorff, hvilka i början af detta århundrade samtidigt beklädde professorsembeten vid universitetet i Åbo. Hans äldste farbroder Gabriel, adlad von Bonsdorff och stamfader så väl för adliga, som friherrliga slägten af samma namn, var först professor i naturalhistoria och veterinärvetenskap i filosofiska fakulteten, men blef sedermera professor i anatomi, kirurgi och veterinärvetenskap vid medicinska fakulteten. Den yngre farbrodern Jakob Bonsdorff var teologie professor och författare till en mängd exegetiska och teologiska skrifter. Bonsdorffska slägten uppgifves vara hemma från Lüneburg och under drottning Kristinas tid hafva inflyttat till Uleåborg, därifrån den sedermera spridt sig till södra och östra delen af landet.

Redan i hans fädernehem väcktes Bonsdoffs håg för vetande och forskning. Hans fader, af hvilken han ärft flera af de egenskaper, hvilka återspeglade sig i hans karakter och lynne, var en kunskapsrik och arbetsam man, med frimodighet och uppriktighet i sitt väsende förenande ett stridslystet och envist sinne. Han skydde icke att uttala sin åsigt, när sanning och rättvisa fordrade ett öppet språk. Det är kändt, huru han, när A. I. Arwidsson 1822 på grund af ett kejserligt reskript förvisades från universitetet, i konsistorium förklarade för dåvarande vicekanslern, grefve Joh. Fr. Aminoff att Arwidsson utan laga ransakning och dom emot våra grundlagar blifvit ohörd förvisad och att H. Majestät säkerligen icke härom blifvit upplyst[1]). Hvad som för öfrigt vid tillfället blifvit i konsistorium afhandladt och därstädes förelupit, upplysa icke handlingarna, ty protokollen i ärendet äro försvunna. Vicekanslern fick aldrig tid, att, såsom han förbehållit sig, öfvervara justeringen. Bonsdorff däremot erhöll vänlig tillsägelse att anhålla om tjenstledighet,

hvilken han under bibehållande af sin lön åtnjöt i nio års tid, till dess han vid uppnådd emeriti ålder vann afsked 1832. Han afled å sin egendom Raustvuori å Kakskerta ö i St. Karins socken 1840.

Sin första undervisning erhöll Bonsdorff af sin fader och vandes tidigt af honom vid flit och ordning. Han bodde, såsom han själf berättade, under sin tidigare ungdom tillsammans med sin fader och åtnjöt därför, mer än vanligt är i många hem, hans dagliga umgänge och tillegnade sig hans vanor. Bonsdorff genomgick icke någon offentlig skola, utan läste enskildt för informatorer, den siste var Johan Jakob Nervander, och för sin fader, till dess han kunde inskrifvas vid universitetet. Latin och grekiska voro hans hufvudämnen. Isynnerhet i grekiskan var han så hemmastadd att han senare vid läsning af historiska skrifter under sin studenttid knapt behöfde lexikon. Under förberedelsetiden till kandidatexamen studerade han bland författare egentligen endast Pindarus.

Redan under sin skoltid röjde Bonsdorff emellertid intresse för naturvetenskaperna och deltog i de entomologiska exkursioner, dem prof. Carl Reinhold Sahlberg anställde med studenterne till Runsala för insamling af insekter och framför allt af skalbaggar. Han hade därvid äfven sällskap af sina ungdomsvänner och blifvande svågrar August Leonard Ahlstedt och Johan Philip Palmén. I Sahlbergs redan i Åbo påbörjade förteckning öfver Finlands koleopterer, ser man ofta Bonsdorffs namn bland dem, som funnit och till Sahlberg öfverlemnat sällsynta skalbaggar.

Först efter sin inskrifning vid universitetet i Åbo som student den $^{26}/_{5}$ 1826 kunde Bonsdorff inhemta naturvetenskapernas grunder och sysselsatte sig hufvudsakligen med kemi, fysik, filosofi, matematik och naturalhistoria, emedan vid denna tid någon undervisning hvarken i naturalhistoria eller annan naturlära ingick i skolornas läroplan. Visserligen medförde högskolans flyttning till Helsingfors efter den ödesdigra brand, som natten emellan den 4:de och 5:te september 1827 helt och hållet förstörde Åbo universitet med dess bibliotek och samlingar, stora svårigheter för så väl lärare, som elever genom bristen på böcker och andra undervisningsmedel. De förändrade förhållanden, under hvilka universitetet ånyo upptog sin verksamhet år 1828, medförde likväl snart nya friska, strömningar i det akademiska lifvet och länkade den vetenskapliga utvecklingen i förut oanade, för landet fruktbärande banor.

Efter tagen filosofie kandidatexamen och vunnen magistergrad vid promotionen den $^{21}/_{6}$ 1832, därvid Bonsdorff innehade andra hedersrummet, valde han läkekonsten till sin lifsuppgift. Till detta steg bidrog högst sannolikt hans kärlek till naturalhistorien och dess studium. Vid den tiden voro nämli-

gen medicinen och naturalhistorien hos oss ännu så nära förenade med hvarandra, att man knapt kunde tänka sig att någon annan egnade sig åt naturalhistoriska studier, än en läkare. I hvarje fall gick vägen till läkarekonstens utöfning genom Floras förgård.

Det kan vara skäl att kasta en blick på det sätt, hvarpå de medicinska studierna vid denna tid bedrefvos. Tvenne vägar ledde till dem, den medicinska och den kirurgiska, en qvarlefva från den tidpunkt i läkekonstens utveckling, då man ännu betraktade kirurgin som handtverk, hvars utöfning tillhörde ett slags lägre medicinalpersoner. För att välja den kirurgiska studievägen fordrades att vara student, tjenstgöra föreskrifven tid vid klinikerna och undergå kirurgie kandidat- och magisterexamen inför kollegium medicum. Denna grad berättigade till ansökningar af stads- och lasarettsläkaretjänster, men icke till erhållande af provinsialläkarebefattningar. Därtill erfordrades dispens. Först 1862 afskaffades denna kirurgiska examen.

För vinnande af medicinsk och kirurgisk doktorsgrad erfordrades däremot föregående studier i filosofiska fakulteten och där vunnen kandidatgrad. Examinatorernes antal i denna fakultet var 11 och ökades 1841 till 12. Likväl voro blifvande jurister och läkare, om de så önskade, befriade från examen i österländska språk. Före medicinekandidatexamen i medicinens teoretiska vetenskaper skulle enskildt förhör aflåggas inför professorn i kemi. Tjenstgöringstiden vid kliniska institutet var bestämd till ett år, nämligen ett halft år å hvardera afdelningen, den medicinska och den kirurgiska. Hela lärokursen medhanns vanligen inom 4 à 5 år, deruti inberäknadt författandet af ett till fakulteten inlemnadt och godkändt disputationsspecimen, hvilket likväl icke behöfde utgifvas, utan kunde framdeles efter tagen licentiatexamen försvaras för vinnande af doktorsgrad.

Hjälpmedlen för medicinens studium voro likväl i hög grad inskränkta. Lärostolarnes antal i fakulteten var endast tre och hvarje profession omfattade flera mer eller mindre därmed sammanhängande särskilda vetenskaper. Professorn i anatomi och fysiologi skulle utom sitt egentliga ämne undervisa äfven i „medicinallagfarenheten och medicinska polisen“ (hygien), hvilket likväl icke torde förekommit. Den s. k. teoretiska medicinen (allmän patologi) och praktisk (klinisk) medicin voro förenade på en hand. Till professionen i kirurgi och barnförlossningskonst hörde dessutom oftalmologi, syfilidologi och gynekologi. Medicinens historia, som äfven hörde till denna profession, blef naturligtvis aldrig föredragen och var mig veterligen icke engång föremål för tentamen.

Anatomiska inrättningen eller den s. k. „anatomiska theatern“ hade fått plats i nedra våningen af det nya universitetets norra sida, där sedermera

ryska biblioteket blef inrymdt och numera mindre auditorier äro inrättade. Själfva anatomisalen stod i sammanhang med det s. k. medicinska auditorium, där fakultetens samtlige professorer höllo sina föreläsningar. Det var nämligen vanligt att äfven yngre medicine studerande, hvilka ännu icke aflagt medicine kandidatexamen, afhörde de praktiska professorerne, hvilka, utom sina ronder, i detta auditorium höllo sina föreläsningar i vetenskapens *teoretiska* delar. Tvenne sidorum voro anslagna för de blifvande samlingarna, hvartill likväl på 1830-talet knapt funnos några spår, ty det anatomiska museet innehöll endast några menniskofoster af olika ålder, enskilda missfoster och patologiska preparat, lösa ben af ryggraden och extremiteterna samt två cranier. Det vid Unionsgatan nyuppförda länslasarettet (det s. k gamla klinikum) var tillika kliniskt institut och vårdades jämte det därmed förenade lilla barnbördshuset af professorerne.

Af medicinska fakultetens professorer under 1830-talet må nämnas professorn i anatomi och fysiologi Nils Abraham Ursin. Han höll regelbundet föreläsningar ex cathedra och hade inseendet öfver de anatomiska dissektionerna. Strängt anlitad som praktiserande läkare synes han icke sysselsatt sig med egentligt anatomiskt arbete. Det berättas att, då Ursin engång glömt att medtaga sitt koncept till föreläsningen, afbröt han den med orden „cum charta cadit, tota sapientia evadit“. Af dessa ord torde man kunna draga den slutsatsen att föredragen vanligen icke stödde sig på något åskådningsmaterial.

Fakulteten hade 1829 förlorat sin mest framstående, af samtiden högt uppburne lärare Israel Hwasser, som under tolf år innehaft lärostolen i teoretisk och praktisk medicin, men återvändt till Sverige. Han hade genom sin ideella uppfattning af vetenskapen och sitt varma, vinnande väsende samlat omkring sig en krets af hängifna lärjungar, dem han förstått att ingifva kärlek och intresse för läkarens upphöjda kall.

„Man har isynnerhet i vårt land fattat Israel Hwasser såsom uteslutande en teorins, en spekulationens man. Mången har gjort sig den föreställningen att hans inflytande på de medicinska studierna derigenom varit af underordnad vigt, emedan han skulle försummat läkekonstens praktiska syften. För min del tror jag, att man i detta afseende underskattar Hwassers betydelse och mäter den efter vår tids måttstock. För bedömandet af hans verksamhet som akademisk lärare vid vårt universitet bör man lära känna tidens både teoretiska och praktiska ståndpunkt. Den s. k. teoretiska medicinen hade då ännu icke någon vetenskaplig grund, utan stödde sig helt och hållet på vissa hypoteser och bildade i hvarje af de olika läkareskolorna ett skildt med förkärlek omfattadt system. Man var därigenom hänvisad till allmänna betraktelser öfver de stora gåtorna i lifvets och sjukdomens verld,

hvilka vid hvarje steg möta den tänkande läkaren. Att på detta område skulle finnas ett vidt fält för en så spekulativt anlagd karaktär, som Hwassers, är naturligt och vi finna, huru hans rikt begåfvade ande ständigt var sysselsatt med betraktelser öfver biologins vigtigaste frågor. Från denna mer spekulativa uppfattning af medicinens läror bör man helt och hållet skilja den undervisning Hwasser meddelade i dess praktiska delar. Hvad man nu söker i de med stor omsorg och fullständighet utarbetade handböcker, på hvilka vår tid har ett sådant öfverflöd, det fann man i dessa Hwassers föreläsningar, hvilka lästes af medicine studerandene, klart och öfversigtligt hemtadt ur den tidens bäste författares och egen erfarenhet" [2]).

Ett noggrant studium af Joh. Pet. Franks, Joh. Chr. Reils m. fl. skrifter röjer sig omisskänneligt i dessa föredrag och gifver dem allt igenom en praktisk prägel. Det var till lärarens muntliga framställning den unge läkaren hänvisades, för honom var läraren den lefvande personifikationen af tidens hela vetande, emedan man knapt hade andra källor för inhemtandet af kunskaper än det talade ordet. Enär den praktiska medicinen dessutom ännu icke kunde bygga på den patologiska anatomins och fysiologins säkra iakttagelser, voro dess yngre idkare så mycket mera beroende af den enskilde lärarens erfarenhet och betraktelsesätt.

Sedan Mathias Kalm endast tvenne år 1831—1833 innehaft professionen i teoretisk och praktisk medicin öfvertogs den af Immanuel Ilmoni. Han var icke blott en lärjunge till Hwasser, han var och förblef en af hans närmaste vänner intill sin lefnads slut. Ideelt anlagd slöt han sig till den s. k. naturfilosofin, som sedan början af seklet sträfvade att beherska de medicinska vetenskaperna. Det var isynnerhet i sina föreläsningar öfver fysiologin (i vidsträckt mening) eller vetenskapen om naturen som organism, han uttalade sin allmänna teoretiska ståndpunkt. Denna organismens idé är gemensam för eller återfinnes i alla de särskilda slagen af organismer, den kosmiska, den telluriska och den organiska naturen. Till och med menniskoslägtet är i sin helhet en inom sig sluten, för sitt ändamål utrustad organism. Sjukdom åter är den organiska existensens genom självbestämning framkallade affall från lifvet, såsom organismens innersta sammanhållande föreningsband, hvarigenom den bereder sin egen förstöring och därför till sitt väsende är en självförstöringsakt. Denna uppfattning af organism ledde konseqvent till åsigten att äfven sjukdomarne vore lägre organiska varelser, hvilka parasitiskt lefde på den del af kroppen där de fått utveckla sig och ofta medförde dess förstöring och död. Detta ontologiska betraktelsesätt är en af hufvudtankarne i Ilmonis patologi.

Vid den allmänna patologins då ännu outvecklade tillstånd, innan den organiska kemin, den experimentela fysiologin och mikroskopiska anatomin hunnit kasta sitt ljus öfver de patologiska processerna i deras sammanhang med och beroende af hvarandra, kunde det naturfilosofiska teoretiserandet i viss mån tillfredsställa behofvet af system, men ett allmännare inflytande på läkekonsten utöfvade det icke. Den praktiska medicinen gick sin gång och, när den tid kom att hon i naturvetenskaperna och deras exakta metod fann sin trognaste bundsförvandt, föll hela den byggnad, som snillet och spekulationen i förening uppbygt. Man gör emellertid Ilmoni och hans tid orätt, om man tror att undervisningen i praktisk medicin var alldeles försummad. Han skötte tvertom nitiskt och omsorgsfullt enligt vetenskapens dåvarande fordringar sjukvården och sökte följa med tidens framsteg. I hans kliniska lärareverksamhet märkte man icke heller någon egentlig inverkan af hans teoretiska åskådningssätt, ehuru man såg att praktisk sjukvård var främmande för hans lynne. Han sysselsatte sig därför icke med enskild praktik. I själfva verket var han eklektiker och i hans föredrag fann man det bästa man den tiden kände om sjukdomarnas diagnos och behandling. Isynnerhet på Naumanns skrifter satte han mycket värde. Det måste räknas Ilmoni till förtjenst att han ville bibringa de unge läkarene icke blott ett visst mått af vetande, utan äfven ett vetenskapligt, systematiskt betraktelsesätt af medicinens läror.

Lifligt tilltalad af Schnurrers och Hæsers forskningar, började Ilmoni särskildt intressera sig för studium af folksjukdomarna och deras periodiska uppträdande i norden. Från hans tid började man först egna större uppmärksamhet i vårt land åt dessa företeelser inom sjukverlden. Ilmoni höll äfven föreläsningar öfver epidemiernas eller folksjukdomarnas historia, ett ämne, som hvarken före eller efter honom blifvit af någon hos oss behandladt.

Kirurgin och barnförlossningskonsten representerades först af den från svenska tiden välkände Johan Agapetus Törngren, som likväl snart blef t. f. generaldirektör för medicinalverket, och sedan af Carl Daniel von Haartman, hvilken under vidsträckt praktisk verksamhet i Åbo gjort sig känd som accouscheur och gynekolog. I detta senare ämne finnes ännu i behåll hans på rik erfarenhet bygda föreläsningar.

Vid bristen på undervisningsmaterial var det af stor vigt att medicinestuderandene gjorde sig bekanta med litteraturen. Det har sitt intresse att känna hvilka arbeten den tiden vanligen och allmännast begagnades hos oss. De förvaras visserligen numera endast i biblioteken och deras författare hafva till största delen försvunnit ur tidens minne. Deras uppgift var dock för den tiden stor och har röjt väg för nya slägten. Till medicine kan-

didatexamen fordrades i anatomi och fysiologi att hafva genomgått A. H. Flormans Osteologi, G. F. Hildebrandts Anatomie och K. A. Rudolphis Physiologi, något senare infördes Joh. Müllers handbok; i teoretisk medicin lästes D. G. Kiesers System der Medicin och Hwassers handskrifna föreläsningar; kirurgins grunder inhemtades ur M. J. Chelius' Chirurgie (den allmänna delen); i farmakologi och farmaci lästes anteckningar efter P. A. von Bonsdorffs föreläsningar. Till medicine licentiatexamen fordrades i rättsmedicin A. Chr. Henkes lärobok, i farmakologi och farmakodynamik skrifter af Ph. Phoebus och Ph. Vogt, samt dessutom tentamen inför kemieprofessorn i undersökningen af gifter; i gynekologi och förlossningskonst följdes K. G. Carus' arbete och von Haartmans lärobok; i kirurgi M. J. Chelius' Chirurgie och i inre medicin lästes på olika tider Hwassers handskrifna föreläsningar och arbeten af K. F. Burdach, Chr. Nasse, K. W. Stark m. m.

Det var under dessa förhållanden Bonsdorff gjorde sina medicinska studier. När han under hösten 1832 började dem och såg på anatomisalen det första för dissektion bestämda liket, svimmade den blifvande — anatomen. Han öfvervann dock snart sin motvilja och fortsatte sitt arbete ofta ensam på anatomisalen långt in på natten. Bonsdorff var visserligen en tid sinnad att afsluta sina medicinska studier med den anatomiska kursen, för att sedan egna sig helt och hållet åt zoologisk forskning, men blef af sina lärare, Ursin och Ilmoni, enträget uppmanad att fortsätta och taga medicinsk grad. Han aflade medicine kandidatexamen den $^{3}/_{6}$ 1834. Utom ofvannämnde medicinska författare, af hvilka en del infördes senare på 1830-talet, hade Bonsdorff till sin examen läst Mik. von Lenhosseks Institutiones physiologicæ, G. R. Trevirani Biologi samt Schellings och Fichtes filosofiska skrifter.

Efter ett års tjenstgöring vid kliniska institutet erhöll Bonsdorff förordnande att bestrida öfverläkaretjensten vid finska sjöekipaget den $^{1}/_{9}$ 1835, blef medicine licentiat den $^{7}/_{4}$ 1836 och konstituerades till bataljonsläkare vid lifgardets finska skarpskyttebataljon den $^{26}/_{1}$ 1837 [3]).

Bonsdorffs håg stod dock till vetenskaplig verksamhet och han utgaf redan den $^{8}/_{6}$ 1836 under inseende af N. A. Ursin för vinnande af doktorsgrad „*Allmänna physiologiska betraktelser öfver begreppen lif och organism*“, en afhandling, som helt och hållet rör sig inom de naturfilosofiska fraser, hvilka öfversvämmade de medicinskt teoretiska skrifterna *). Det kan vara skäl att

*) I en längre fram meddelad särskild litteraturförteckning meddelas närmare bibliografiska notiser om Bonsdorffs alla vetenskapliga skrifter och afhandlingar, hvarför desamma böra därstädes uppsökas.

nämna några ord om innehållet af denna Bonsdorffs skrift, emedan den utgör en illustration till det ofvansagda och mig veterligen utgör det enda försöket i vårt land att systematiskt behandla en af den naturfilosofiska skolans fundamentalsatser. Ur den kan man lättast vinna en föreställning om tidens idéer. „Urkraften uppenbarar sig i universum såsom frihet, då kraften utgör den ideella, men materien den reella sidan af de existerande naturtingen.“ Bonsdorff antager en generatio aeqvivoca sive originaria såsom bevisad, ty på samma sätt som elektriciteten uppkommer eller liksom väckes från sin slummer genom en stöt, gnidning eller olika kroppars kontakt, framstå äfven de enklaste organismerna eller protozoerna genom olika ämnens beröring och inverkan på hvarandra ur sin slummer inom dessa ämnen, i hvilka de potentia varit inneslutna. Han erkänner icke den vanliga indelningen i organiska och oorganiska naturalster, ty äfven mineralierna betraktas såsom lefvande, ehuru de ännu icke nått individualitet. Deras lif beror på den alla kemiska föreningar sammanhållande elektriciteten, hvilken också förmedlar yttringarna af jordens lif genom attractions- och repulsionskraften, då däremot lifvet, såsom Reil uttrycker sig, är en „potentierad galvanismus“ i de högre organiserade klasserna.

Handlande och varande äro de motsatta moment, i hvilka ett lefvande ting visar sin tillvara och det, som sammanhåller dessa motsatser, är lifvet, betraktadt från dess fenomenala sida. Trogen sina idealistiska åsigter anser Bonsdorff lifvet just bestå i och genom denna enhet i motsatser, hvilken i det individuella lifvet framträder såsom *productivitet* i handlandets eller det bestämmandes princip och såsom *assimilation* i varandets eller det bestämdas princip. Detta vore den allmännaste uppfattningen af lifvet. Mikrokosmos eller den individuella organismen uppvisar samma motsatser som universum i vexelförhållandet emellan handlande och varande. Själen är det handlande och kroppen det varande momentet. Denna motsats kan äfven betecknas såsom animal och vegetativ sfer, hvilka hvardera åter sönderfalla i sina motsatser, det centrala och det periferiska. Organism är således ett i sina motsatser sig upplösande eller manifesterande, men dock sammanhängande helt.

Hälsan i den individuella organismen består i en jämnvigt emellan den yttre naturens assimilativa inverkan och individens reaktion. En absolut hälsa kan icke existera hos de individuella organismerna, ty annars vore hvarken sjukdom eller död möjlig. Blott en relativ hälsa existerar hos de ändliga lefvande varelserna.

Enhetens under Tvåhetens form sig uppenbarande princip är sålunda den idé, som Bonsdorff söker utveckla och som utgör den ledande tanken i denna hans förstlingsafhandling.

Emedan adjunkturen i anatomi och fysiologi samt det därmed förenade prosektoratet var efter Ilmoni ledig, uppmanades Bonsdorff att ansöka denna tjenst och för detta ändamål utgaf han 1837 en ny akademisk afhandling „*De cavitatibus organismi humani*“. Ehuru Bonsdorff nu valt ett anatomiskt ämne hade han dock ännu icke hunnit växa ut från sitt hittills kärvordna åskådningssätt, om ock en mängd ur litteraturen hemtade anatomiska och fysiologiska iakttagelser anföras som bevis för detsamma. Äfven nu möter oss samma dualistiska uppfattning, som i den första afhandlingen.

Den tanke Bonsdorff ville genomföra i denna afhandling var, att det gifves endast tvenne kaviteter i menniskans kropp, nämligen den *vegetativa* eller bröst- och bukhålan, där de organer, hvilka tjena reduktionen och assimilationen eller individens och slägtets konservation, hafva sitt säte, och den *animala* eller cerebrospinala kaviteten, hvaruti organerna för sensibiliteten (känslan och rörelseförmågan) jämte dem, som hänföra sig till den yttre naturen och reagera mot den, äro inneslutna. Hvardera kaviteten har en dubbel form, den förra bröst- och bukhålan, den senare hufvudskåls- och ryggmärgshålan.

På en mängd komparativt-anatomiska fakta eller en jämförande betraktelse af respirationsorganernas förhållande hos reptilier och fiskar samt saknaden af diaphragma eller åtminstone dess ringa utveckling hos en del amfibier och foglar, vill Bonsdorff stödja sitt antagande att bröst- och bukhålan kan anses som en kavitet. Han synes tänka sig nervernas utbredning såsom en membran emellan muskellagren och att förhållandet emellan muskel och nerv därigenom har en viss likhet med en Voltas stapel. Hjärtats rytmiska rörelse (expansion och kontraktion) beror sannolikt af det gangliösa nervsystemets inflytande på hjärtat. Hvardera kaviteten, den vegetativa och den animala har för organismen en dubbel betydelse, den ena central med reductiv uppgift, den andra periferisk med assimilativ. I cerebrospinalkaviteten är hjärnhålan det centrala, spinalkanalen det periferiska, i thoraco-abdominalhålan är brösthålan det centrala, abdominalhålan det periferiska.

Härmed var det äfven slut med spekulerandet och det trägna arbetets tid begynte, då Bonsdorff utnämndes till adjunkt och prosektor den $^{16}/_{8}$ 1837. Emedan det knapt fanns spår till en anatomisk preparatsamling, började Bonsdorff omedelbart efter sin utnämning till adjunkt att med hela sin ovanliga energi och flit bedrifva anatomiska arbeten och i sammanhang med dessa studier rikta samlingen med preparater. Något arbetsrum för anatomie professorn fanns icke den tiden, hvarför det ena af de tvenne små preparatrummen genom en afplankning bestämdes därtill. Rummet var likväl i brist på fyllningsämnen under golfvet mycket kallt och besvärades till den grad

af golfdrag att Bonsdorff måste emellanåt under arbetet springa omkring i rummet, för att hålla sig varm. Frukten af hans arbete visade sig snart. Åtminstone erinrar jag mig från mitt första studentår 1839 att redan då funnos, utom skeletter, en mängd preparater uppställda i rummet bredvid medicinska auditorium (i nuvarande entomologiska samlingens lokal [4]).

Bonsdorff fann snart nödvändigheten att taga kännedom om sättet för anatomiska studiers bedrifvande vid andra lärosäten och reste om hösten 1838 med sin familj till Sverige, för att vid Karolinska institutet i Stockholm under den berömde Anders Retzii ledning fortsätta dem. Man berättar att, då Bonsdorff anmälde sig till deltagande i arbetena å institutets anatomisal, uppgaf han på tillfrågan att han var student. När Retzius emellertid snart därefter fick veta att han redan var medicine licentiat och universitets adjunkt samt förehöll honom det orätta att icke uppgifva verkliga förhållandet, svarade Bonsdorff „student är jag och student hoppas jag blifva så länge jag lefver". Han blef sedermera en af Retzii närmaste vänner och stod med honom under hela hans lefnad i trägen brefvexling och utbyte af naturalier. Från Bonsdorffs vistelse i Stockholm har man ett yttrande af Retzius i bref till A. H. Florman:

„In anatomicis går det också sin gamla gång, små steg om sänder. En doctor Bonsdorff, prosector från Helsingfors, har vistats här i 4 månader och dröjer qvar fyra till för att studera några finare delar af comparativa anatomien. Han är särdeles skicklig neurolog och jag har gifvit honom att utarbeta en neurologia capitis för husdjuren och han har utfört flere delar ganska bra. Äfven har han genomfört en Myologia Equi efter strängt iakttagande af menniskans muskler och deras benämningar, som märkvärdigt nog ännu i våra dagar fattas, ty många af de benämningar Schwab och Gurlt gifvit äro alldeles oriktiga" [5]).

Under sin vistelse i Stockholm skötte Bonsdorff en tid prosektorsgöromålen vid Karolinska institutet, medan d. v. prosektorn Fredrik Emil Sundevall var i Lund för att taga licentiatexamen. Man berättar att då Retzius engång å anatomisalen yttrat: „om jag dock vore så lycklig att få se ramus auricularis posterior nervi facialis", Bonsdorff bedt honom återkomma på eftermiddagen, då han hoppades kunna förevisa densamma. När preparatet var färdigt, omfamnade han Bonsdorff och sade: „en sådan glädje magistern beredt mig, att jag skulle få se ram. auricularis posterior på salen, en nerv, som jag aldrig sett". Bonsdorff lärde sig i Stockholm att förfärdiga tand- och benpreparat, och äfven i mikroskopiska anatomin, hvarmed han var fullkomligt obekant, inhemtade han de första grunderna. Där fattade han tillika beslutet att grundlägga ett osteologiskt-anatomiskt museum i Helsingfors [6]). Utom med A.

Retzius knöt Bonsdorff under sin vistelse i Stockholm för lifvet bestående vänskapsförbindelser med M. C. Retzius, Magnus Huss, C. J. Sundevall och P. F. Wahlberg.

Från Stockholm återkom Bonsdorff med ökadt och varmt intresse för anatomisk forskning. Han hade äfven haft tillfälle att lära sig metoderna för utförande af olika slags anatomiska arbeten och det, som för ögonblicket var af största vigt, han hade fått en öppen blick för själfva undervisningssättet.

Emedan den i Sverige och Finland öfliga anatomiska undervisningsmetoden i flere afseenden skiljer sig från den i andra länder vanliga, har man sökt utreda, hvarifrån den har sitt ursprung och när den införts, utan att man kommit till full klarhet huru densamma under tidens lopp utbildat sig. Frågan gäller, när de s. k. anatomiska repetitionerna blifvit införda och om de i början blott bestodo i förevisning af de färdiga partierna inför läraren eller tillika utgjorde underlag för ett förhör från hans sida. Af konsistorii academici protokoller från Åbo-tiden finner man, att demonstrationer eller, såsom man måste tolka detta uttryck, uppvisning af de studerandes preparat förekommo redan före 1820 och att de tillika åtföljdes af ett förhör torde man kunna förutsätta. Senare torde vid några af de svenska anatomiska instituten demonstrationerna från dissekanternas sida trädt mera i förgrunden och större fordringar ställts på de förra, beroende på elevernas individuella anlag och förmåga. Så mycket är säkert att efter Bonsdorffs svenska resa fordringarna på självständigt arbete hos dissekanterna ökades och utsträcktes till nya områden af den menskliga anatomin, såsom ett noggrannare studium af situs viscerum och nervsystemet. Senare tillkom egen undersökning af hjärnan, cerebralnerverna, ledgångar och ligamenter.

Tillfälle att göra sina förvärfvade kunskaper fruktbärande för vetenskapen och undervisningen yppades oförmodadt. Ursin blef vald till rektor och Bonsdorff förordnades att, jämte sin egen tjenst, bestrida professionen i anatomi och fysiologi, hvilken han sedermera fortsättningsvis skötte under åren 1839—1846. Från denna tid vidtog nu hans långa vetenskapliga arbetsperiod, hvarunder han med oförtröttadt intresse gick från det ena ämnet till det andra.

Det var isynnerhet nervanatomin och fysiologin, som Bonsdorff med förkärlek bearbetade och till detta område höra äfven hans vigtigaste, mest förtjenstfulla arbeten. Han synes redan tidigt hafva gjort nervsystemet till föremål för special-studier. Såsom förberedelser därtill kan man anse de utmärkt vackra preparat af hufvudskålens ben, hvilka han införlifvade med anatomiska museum och hvilka detsamma dittills helt och hållet saknat. Sysselsättningen dermed ledde honom snart till undersökningen af hufvudets

nerver, hvilka därförinnan knapt torde hafva studerats hos oss annorlunda, än på planscher, och väckte hos honom tanken på självständiga undersökningar af deras förlopp och utbredning så väl hos menniskor som djur.

Den första af Bonsdorffs hithörande afhandlingar var en „*Anatomisk beskrifning af cerebralnerverna hos fåret* (Ovis aries)“ 1843. Alla tolf cerebralnervparen skildras i detta arbete noggrant och deras förbindelser med hvarandra framställas fullständigt under jämförelse med förhållandet hos menniskan. Det lyckades Bonsdorff att göra flere nya iakttagelser inom den komparativa neurologin. Sålunda anföras föreningar emellan 2:dra och 3:dje nervparet samt emellan 3:dje paret och nerv. nasociliaris före inträdet i ögonhålan m. m. Ramus frontalis af n. ophthalmicus saknas hos fåret. Utom att Jacobsons upptäckt af gangl. ethmoidale bekräftas, beskref Bonsdorff tvenne ganglia sphænopalatina, båda bildade genom föreningar med den sympathiska nerven och bestämda för näsan. Sedan n. nasopalatinus inkommit i munhålan, är hvardera af dem försedt med två små ganglier, hvilka Bonsdorff kallar ganglia verrucosa. Af de fem hufvudgrenar, hvilka ganglion oticum afger, förenar sig en med chorda tympani och därvid bildas ett ganglion, som Bonsdorff kallar ganglion chordæ tympani och anser vara analogt med ganglion submaxilare, hvilket annars skulle saknas. Ganglion geniculum är förenadt med n. acusticus genom en från densamma kommande gren, hvaremot Bonsdorff anser n. Jacobsonii vara en gren af n. facialis. Ganglion cervicale supremum, hvars bakre portion helt och hållet upptages inom slidan af n. vagus, beskrifves utförligt och dess sammanhang med gang. sphænopalatinum, hvilket, såsom redan nämndes, förekommer hos fåret dubbelt (g. inferius och superius), ådagalägges klart. Särskildt framhålles sorgfälligt sambandet emellan n. vidianus och n. facialis, förmedladt genom n. petrosus superficialis major, en förening, hvilken dittills icke behörigen utredd synnerligen intresserade Bonsdorff och till hvilken han gerna återkommer i sina följande arbeten, emedan han vid den knöt vissa vigtiga fysiologiska reflexioner. Det må för öfrigt tilläggas att, med undantag af cerebralnervsystemet hos menniskan, detsamma hos verteberade djur icke blifvit förut undersökt i sin helhet. Blott enskilda nerver och nervföreningar hade dittills blifvit hvar för sig uppmärksammade [7]).

Sedan denna afhandling utkommit, valde Bonsdorff sig ett ämne ur den komparativa ichthyologin och började bearbeta cerebralnerverna hos laken, Gadus lota. Då likväl hufvudskålens och ryggradens byggnad är af särskild vigt för betraktelsen af nervsystemets centraldelar visade det sig dock snart att, innan en af honom planlagd afhandling om n. trigeminus kunde med hopp om framgång genomföras, man först måste finna en riktig tydning af hufvud-

skålsbenen hos fiskarna. Den tydning grundläggaren af den komparativa osteologin, Cuvier, gifvit af dessa ben, fann Bonsdorff icke vara antaglig. Han utarbetade därför en „*Speciel jemförande beskrifning af hufvudskålsbenen hos Laken, Gadus Lota Linn.*“ (1845), i hvilken Bonsdorff lemnar en i detalj gående framställning af hufvudets ben hos denna fisk. Därvid följer han visserligen till en del Cuviers åsigter, men afviker dock i många vigtiga frågor från honom och följande forskare, såsom Meckel, Bojanus, Agazzis, Stannius m. fl. samt uttalar sin egen självständiga uppfattning. Otvifvelaktigt har Bonsdorff inlagt en stor förtjenst däruti att han så mycket som möjligt sökt bibehålla och tillämpa samma terminologi, som användes i den menskliga osteologin. Framställningen har onekligt vunnit derpå i klarhet och reda, emedan så väl likheten, som den väsentligaste skilnaden i hufvudskålens bildning hos menniskan och fiskarna derigenom framstår mycket tydligare. Vi finna sålunda att lakens 24 hufvudskålsben motsvara den fullbildade menniskans åtta hufvudben, beroende derpå, att dessa ben förblifva hos fiskarna åtskilda medels suturer eller sömmar under hela lifvet, eller såsom Bonsdorff uttrycker sig, qvarstanna på en lägre utvecklingsgrad, medan de hos menniskan sammanväxa med hvarandra. Man kan häruti se en antydan därom, att Bonsdorff redan vid denna tid hade en förkänsla af den nyare phylogenetiska åskådningen.

Alla de talrika hufvudskålsbenen beskrifvas noggrant till yttre utseende, ytor, ränder, utskott och föreningar. De hithörande preparaten väckte genom sin elegans och fullständighet kännares uppmärksamhet. Den berömde K. E. von Baer, som under sommaren 1844 besökte Helsingfors, skref till Bonsdorff den $^{12}/_{8}$ s. å. „Ihre persöhnliche Bekanntschaft zu machen wäre mir um so mehr erwünschtes gewesen, als Ihre Præparate über die Osteologie des Fischkopfes, die ich im anatomischen Museum gesehen habe, meine Theilnahme in hohem Grade in Anspruch genommen haben.“

Som en brist i denna afhandling kan man anmärka, att utvecklingshistorien icke blifvit tillräckligt uppmärksammad och att en mera vidtgående jämförelse med andra fiskordningar varit önskvärd. Genom den minutiösa utförligheten i beskrifningen försvåras äfven uppfattningen af det hela. Sålunda skref A. Retzius den $^{25}/_{10}$ 1847:

„Du begär mitt yttrande om Cephalogenesis Lotæ. Jag får då säga dig att jag tycker mycket om den, men har en ting emot den; det är vidlyftigheten. Du måste lära dig att vara koncis, kort och betänka att endast det bör anföras, som intresserar vetenskapen. Att egna os occipitis 2 $^{1}/_{2}$ ark, det är allt för mycket. Jag vill råda dig att i sådant hänseende välja Cuvier till modell. Han var alltid kort, klar och träffande. Det

är bättre att teckna grunddragen, charakteristiken, än att strängt methodiskt beskrifva. Sen så tror jag, att du borde något mera comparera. Arbetet är förtjenstfullt och ofelbart mycket nyttigt för en nybörjare som vill lära fiskanatomin. Figurerna äro mästerliga. Du bör på samma sätt utarbeta hela lakens anatomi. Samla planscher, men gör texten mycket kort."

Ofvanföre redan antydda, i närmaste sammanhang med undersökningen af lakens hufvudskålsben påbörjade beskrifning af dess cerebralnerver utgaf Bonsdorff såsom specimen för professionen i anatomi och fysiologi under titel „*Disqvisitio anatomica Nervum trigeminum partemque cephalicam nervi sympathici Gadi Lotæ Linn. cum nervis iisdem apud hominem et mammalia comparans*", 1846 [8]). Denna afhandling är ett vigtigt inlägg i kännedomen om fiskarnes nervanatomi. De tidigare af forskare, sådane som Serres, Meckel, Carus, Weber m. fl., meddelade bidragen till deras neurologi och de senare af Swan och Stannius anställda undersökningarna af nerverna hos några Gadus-arter lemnade ännu mycket öfrigt att utreda så väl i afseende å deras beskrifning, som jämförelsen med menniskan och däggdjuren. Den af Bonsdorff begagnade nomenklaturen var härvid af stort gagn och blott de nerver, hvilka förekomma endast hos fiskarna, fingo egna namn. Vid beteckningen af de s. k. ansigtsbenen och beskrifningen af dithörande nervgrenar ansåg sig Bonsdorff likväl ännu böra följa Cuviers benämningar, så länge betydelsen af dessa ben icke blifvit närmare utredd. Äfven här kunna vi icke ingå i någon utförlig redogörelse för denna afhandlings innehåll. Så mycket må nämnas, att Bonsdorff ådagalägger att nerv. trigeminus hos laken uppkommer med fyra rötter och har äfven fyra grenar, nämligen n. ophthalmicus, n. maxillaris superior, n. maxillaris inferior och n. lateralis n. trigemini. Denna sistnämnda nerv är egendomlig för fiskarna, utgår från ett särskildt ganglion och afger grenar till de olika fenorna. Det invid första verteberkroppen belägna och med första spinalnervens rötter förbundna ganglion anser Bonsdorff utgöra början till den sympathiska nervens hufvuddel.

Sedan Bonsdorff offentliggjort denna afhandling, synes han uppkastat planen att i en serie af likartade undersökningar behandla cerebralnerverna hos andra ryggradsdjur. Hans „*Symbolae ad anatomiam comparatam nervorum animalium vertebratorum*" (1850—1851) innehålla beskrifningar öfver cerebralnerverna hos kråkan, Corvus cornix, och hos tranan, Grus cinerea. Genom att äfven här så mycket som möjligt samma benämningar användas för nervernas ursprung och förlopp, som hos menniskan, har terminologin vunnit större klarhet och öfverskådlighet. Medels sin noggranna undersökning af deras föreningar har Bonsdorff tillika i flere afseenden utvidgat vår kännedom

om nervernas sammanhang med hvarandra. Det blir dock för vidlyftigt att här gifva en närmare exposé af dessa arbeten. Ett lifligare intresse för dem kan ju förutsättas endast hos specialisten. Dock må några enskilda vigtigare iakttagelser påpekas. I motsats till Schlemm och Stannius förnekar Bonsdorff hos kråkan föreningen af n. ophthalmicus med n. facialis. Från ganglion semilunare Gasseri utgå endast tvenne grenar, nämligen n. ophthalmicus och truncus maxillaris, som därpå skiljer sig i n. maxillaris superior och inferior, medan dessa nerver hos tranan redan vid sitt ursprung äro skilda. Från n. abducens hos kråkan går en motorisk gren till ganglion ciliare, en förening, som förekommer hvarken hos menniskan eller däggdjuren. Nervus laryngeus superior, som är jämförelsevis stark, synes erhålla trådar från n. hypoglossus under och i följd af dess förening med n. vagus. Dess fördelning i larynxmusklerna och dess starka utveckling sammanhänger väl med fåglarnas sångförmåga. Afvikande från Treviranus fann Bonsdorff n. glossopharyngeus vara nära förbunden med öfversta cervikalgangliet och n. vagus. Dess ganglion petrosum är medels kommunikationsgrenar förenadt så väl med ganglion cervicale supremum, som med rotgangliet till n. vagus och står dessutom i samband med n. recurrens och n. facialis. På grund af sambandet emellan ganglion petrosum n. glossopharyngei, ramus lingvalis n. trigemini och n. vagus framkastar Bonsdorff den åsigten att ett sinnesorgan är så mycket mindre utveckladt, ju närmare föreningen är emellan dess sinnes- och känselnerver.

Dessa talrika föreningar ådagalägga att den inbördes förbindelsen emellan de sex senare cerebralnervparen hos kråkan är ganska invecklad och däraf uppkommer äfven mycken svårighet att bestämma, hvilka nervgrenar tillhöra den ena eller andra nervstammen [9]).

Hos tranan ingår däremot n. glossopharyngeus i själfva foramen jugulare en närmare förening med n. vagus och med dess rotganglion än hos kråkan är fallet, men skiljer sig likväl snart från denna förbindelse. Då ganglion petrosum n. glossopharyngei hos kråkan är nästan en del af öfversta halsgangliet, är däremot hos tranan detta ganglion skildt och uppträder som en själfständig tillsvällning, liksom hos menniskan. Bonsdorff anser därför ganglion petrosum ega en central betydelse för nervens periferiska förgrening. Om man anser ganglion petrosum n. glossopharyngei vara ett till smakorganet hörande ganglion kan man enligt Bonsdorffs åsigt anse detta organ hos tranan vara mycket mera utveckladt än hos kråkan.

Från ganglion cervicale supremum utgår n. sphenopalatinus, hvilken sönderfaller i ram. profundus nervi vidiani och n. nasopalatinus Scarpæ. Den förra sammansmälter med ram. petrosus superficialis major, medan den senare

fortgår till ram. ophthalmicus nervi trigemini, då den sväller till ett ganglion ethmoidale. Om detta ganglion motsvarar ganglion incisivum hos menniskan och däggdjuren lemnar Bonsdorff oafgjordt, emedan det icke lyckades honom att utreda det intressanta fysiologiska spörsmålet, om dessa ganglia ethmoidalia å hvardera sidan äro förenade med hvarandra. Mellertid är enligt Bonsdorffs åsigt otvifvelaktigt att sistnämnda nerv motsvarar n. nasopalatinus Scarpæ, ehuru Schlemm beskrifvit den som n. recurrens och vidianus [10]).

Det sista af Bonsdorffs arbeten inom den komparativa neurologins område är hans „*Jemförande beskrifning af cerebralnerverna hos Raja clavata*“ (1853). Denna afhandling skiljer sig från de föregående därigenom att Bonsdorff inleder densamma med en kort öfverblick af själfva hjärnans byggnad hos fiskarna och meddelar därvid sin från andra forskare afvikande uppfattning af dess bildning. Från arbetets speciella del må framhållas att n. facialis, såsom hos fiskarna i allmänhet, icke förekommer som särskild nerv, utan förlöper inom banan för n. trigeminus. Antalet rötter till n. trigeminus är i allmänhet hos fiskarna varierande. Hos Raja clavata fann Bonsdorff tre rötter, den öfre, undre och bakre, till hvilka ännu kan läggas en svag accessorisk rot. Ganglion Gasseri bildas genom förening af den öfre och nedre roten. — Största intresse erbjuda de hos rockan förekommande s. k. ampullæ, hvilka anträffas dels framför näsöppningen, dels i rummet emellan huden å öfra och undre ytan af kroppen i trakten af bröstfenan, samt kunna anses utgöra de blinda ändarna till de s. k. slemkanalerna, sålunda att en membran skiljer ampullens och slemkanalens håla från hvarandra. Uppfattningen af dessa kanalers funktion har vexlat. Deras ändamål synes icke vara att afsöndra slem, utan måste de snarare anses som ett slags känselorgan, hvars nervösa centrum är den s. k. ampullan, i hvilken nerven, som förmedlar intrycket, tränger in. För denna åsigt talar den stora rikedom på nerver, som dessa organ äga, utgående från alla tre grenarna af n. trigeminus. Bonsdorff erkänner hos Raja clavata endast tre par af ifrågavarande organ på hvardera sidan, medan andra forskare antagit olika par dels på öfre, dels på undre ytan af kroppen. Bonsdorff fann att i hvarje af dessa med celler och vätska fyllda ampuller inträder en fin nervgren af $^1/_{60}$ diam., innehållande 8 à 10 primitivrör, hvilka dela sig dichotomiskt och synas utbreda sig fritt emellan cellerna [11]). Då dessa ampuller med sina slemkanaler hafva mycken likhet med det elektriska organet hos Raja torpedo, menar Bonsdorff att de kunna anses framställa ett elektriskt organ i miniatyr. — Nervus hypoglossus, hvilken hos flere däggdjur förhåller sig om en spinalnerv, finnes hos Raja clavata endast till den del, som motsvarar dess ramus de-

scendens hos menniskan. Den är likväl icke en från ryggmärgen utgående självständig spinalnerv, utan har sitt ursprung från främre randen af plexus brachialis.

Den flit och det intresse, som Bonsdorff nedlade i nu anförda skrifter inverkade i hög grad gynnsamt och upplifvande på de medicinska studierna. Det kan och måste räknas Bonsdorff till berömmelse att han förstod väcka hos sina elever kärlek till forskning och genom de uppgifter han förelade dem, ledde deras håg till självständigt vetenskapligt arbete. Frukten af detta inflytande se vi i de afhandlingar, alla hemtade från den komparativa anatomin, hvilka under 1840-talet utgåfvos af C. von Haartman, J. V. Pipping, J. Gust. Staudinger, Al. Collan, Henr. Hällström, O. Hjelt och Fr. von Becker. Liksom Bonsdorff själf var den förste finske anatom, som utgaf på egen forskning grundade vetenskapliga arbeten, äro äfven dessa af hans elever författade afhandlingar att betraktas som förstlingsalster på den uppspirande finska medicinska litteraturens fält.

Äfven menniskans nervsystem blef föremål för en undersökning af Bonsdorff i hans arbete: *„Anatomisk beskrifning af det gangliösa nervsystemet hos menniskan, jämte anmärkningar öfver detta nervsystems fysiologiska verksamhet“* (1868). Ända från början af sin anatomiska bana hade han med en viss förkärlek sysselsatt sig med det s. k. sympathiska nervsystemet, emedan han i dess verksamhet sökte och trodde sig finna förklaringen till vissa satser, på hvilka han stödde flere af sina i det föregående och följande framställda fysiologiska och patologiska åsigter.

Ehuru Bonsdorff mest närmade sig till Köllikers åsigt om det sympathiska nervsystemet, var dock hans uppfattning af detsamma originell och en annan än den allmänt antagna. Han betraktade visserligen det sympathiska nervsystemet, hvilken benämning Bonsdorff ville förändra till det vegetativa eller gangliösa, såsom självständigt, emedan den af nervknutar afbrutna gränssträngen på hvardera sidan om ryggradskotorna förenas medels ganglion incisivum och ganglion coccygeum, men erkände likväl ett anatomiskt samband emellan detsamma och ryggmärgen. Bonsdorff antog nämligen dess centrala del vara bildad af tre centra, hvilka äro belägna i ryggmärgens och den förlängda märgens axel och genom grå substans stå med hvarandra i anatomiskt sammanhang. I dem ingå nervceller, hvilka förbinda sig med hvarandra och utgöra det centrala ursprunget för vasomotoriska nerver, hvilka dels längs cerebralnervernas banor framtränga i periferisk riktning, dels öfvergå i den gangliösa nervsträngen. Bonsdorff antog sålunda centrum sympathico-spinale supremum eller, såsom han benämnde

det, centrum Bernardi, beläget i medulla oblongata, innefattande äfven corpora olivaria och restiformia, centrum sympathico-ciliospinale, beläget i ryggmärgens axis i trakten af ursprunget till 1:sta och 2:dra pectoralnerven och centrum sympathico-genitospinale, beläget i lumbaltillsvällningen af ryggmärgen. Sedan behandlar Bonsdorff utförligt det sympathiska nervsystemets så väl gränsstrång, som ganglier och plexus med deras rötter, grenar och föreningar. Samtliga ganglier ordnar han i samhöriga grupper (ganglia cerebrospinalia, ganglia funiculi gangliosi, och ganglia partis plexuosæ nervi sympathici). Utmärkande för alla dessa ganglier är närvaran af ganglieceller. Bonsdorff betraktade nämligen ganglierna såsom centra för vissa ur deras nervceller utgående nervrör, hvilka centra likväl genom andra nervrör stå i förbindelse med centraldelen i ryggmärgens axis [12]).

Det är icke möjligt att ingå på en närmare redogörelse för denna afhandling, som kostat Bonsdorff flere års möda. Endast det må framhållas att en så utförlig och omsorgsfull skildring af menniskans sympathiska nervsystem i alla dess deltaljer icke dessförinnan sett dagen. Utan afseende på Bonsdorffs fysiologiska förklaringar eller hans tolkning af enskildheter, hvarom vår tid hyser en annan uppfattning, kan man tryggt påstå att denna afhandling svårligen skall kunna öfverträffas i noggranhet och att den alltid skall förblifva ett mönster för ett ihärdigt träget deskriptivt anatomiskt arbete [13]).

Några af de fysiologiska satser, hvilka Bonsdorff förband med sin undersökning, må här anföras, emedan de, såsom redan ofvanföre antyddes, äro af vigt för belysningen så väl af hans ståndpunkt i vissa af vetenskapens fundamentalfrågor, som förklaringen af många hans praktiskt medicinska åsigter. Det sympathiska nervsystemet äger ett uteslutande inflytande på den glatta muskelväfnaden och genom blodkärlen på den kemiska ämneomsättningen. Det inflytande sympathicus utöfvar på nutrition och sekretion samt den animala värmen är därför en följd af detta dess motoriska inflytande på blodkärlen (arterer och vener), äfvensom på körtlarnas utförsgångar. Likaså inverkar sympathicus genom lymfkärlens kontractila elementer på absorptionen. Stilleståndet i hjertats rörelse vid retning af n. vagus och i tarmkanalens peristaltiska rörelse vid retning af n. splanchnicus major uppkommer just i följd af de vasomotoriska nervernas inflytande och beror på den afbrutna blodcirkulationen och upphäfda ämneomsättningen i själfva muskelväfnaden. Bonsdorff ansåg därför läran om det hämmande nervsystemet böra utgå från fysiologin och qvarstå endast som ett „historiskt curiosum“, samt motsatte sig Ludvigs åsigt om nervernas omedelbara inflytande på körtelsekretionen. En ökad sekretion kan icke, säger han, framkallas annorlunda än genom ett ökadt tillflöde af

sekretionsmaterialet, hvilket åter afsöndras ur blodkärlen. Den af de sympathiska nerverna förmedlade förändringen af blodkärlens lumen är därför af största vigt för blodmängden och den hastighet, hvarmed det cirkulerar, ehuru äfven den olika formen af kapillarkärlnäten i olika väfnader utöfvar ett positivt inflytande på blodcirkulationens större eller mindre hastighet och i sammanhang härmed äfven på diffusionsförhållandena i väfnaderna. Alla dessa omständigheter måste ju inverka på ämneomsättningen.

Sina åsigter om det af fysiologerne allmänt erkända s. k. hämmande nervsystemet framställde Bonsdorff ytterligare i en särskild i finska vetenskapssocietetens akter införd *„Kritik af det s. k. hämmande nervsystemet“* (1868), sedan han redan vid skandinaviska naturforskarnes möte i Stockholm 1863, under åberopande af Bernards experimenter beträffande det sympathiska nervsystemets inflytande på arterernas kontraktion, uttalat sig i frågan[14]). Han medgaf visserligen att man genom de af Edv. Weber (1845) och Edv. Fr. Wilh. Pflueger (1851) antagna hämmande nerverna vunnit en enkel förklaring öfver de fenomen, som retningen af den afskurna n. vagus och n. splanchnicus i deras periferiska ände framkallar i hjärtat och tunntarmarna, men ansåg att en sådan förklaring icke öfverensstämde med de principer den nyare fysiologin uppställt för uppfattningen af de organiska processerna, och ville bevisa „att nerver, hvilka hämmande inverka på hjärtats och tarmkanalens rörelser, icke förekomma i naturen“. Emedan Bonsdorff hvarken ville eller kunde stödja sig på systematiska och i större skala anställda experiment, utgick han från vissa redan i det föregående omnämnda fysiologiska förutsättningar. Emedan vid stark retning af n. vagus hjärtats stillestånd inträffar under diastole, kan han icke förena sig därom att vagus innehåller motoriska nervrör, hvilka regulera hjärtgangliernas och deras cellers verksamhet eller med andra ord t. o. m. kunna hämma de från hjärtats egna nervcentra (ganglierna) utgående motoriska impulserna[15]). Han ansåg att denna vigtiga omständighet beror derpå, att hjärtats blodkärl stå under inflytelsen af de sympathiska nerverna, hvilka dels genom ram. cardiacus n. vagi, dels omedelbart öfvergå till plexus cardiacus. Denna innehåller ganglier och afsänder grenar till art. coronariæ. Emedan de sympathiska nerverna äro vasomotoriska, måste vid retning af dem blodkärlens lumen förändras genom sammandragningen af de kontraktila elementerna, hvaraf störingar i blodrörelsen och den lokala nutritionen äro en nödvändig följd. Bonsdorff sammanfattar därför sin åsigt i följande satser: „Nerv. vagus är icke en hämmande nerv för hjärtats muskelväfnad, men upphäfver möjligheten af dess aktiva kontraktion genom de inom dess bana förlöpande vasomotoriska nervrörens inflytande på

blodkärlen och häraf framkallad modifikation eller upphäfvande af hjärtmuskulaturens normala nutrition", och det 10:de nervparets funktion är att genom sina rami cardiaci vara uteslutande sensibel nerv för hjärtat. Uppfattningen af n. splanchnicus går i samma riktning.

Denna Bonsdorffs förkastelse af det hämmande nervsystemet gaf, såsom var att förutse, anledning till en skarp vetenskaplig kritik. D:r Christ. Lovén i Stockholm granskade i Hygiea 1868 [16]) Bonsdorffs afhandling och påvisade brister och motsägelser i densamma. Intet berättigar till antagandet att alla i n. sympathicus löpande nerver äro vasomotoriska. Experimenter hafva ådagalagt att de nervtrådar, som vid vagusretning bringa hjärtat till stillestånd, härstamma från n. accessorius Villisii och hjärtats stillestånd under fenomener af vagusretning inträder alldeles icke vid tillslutningen af art. coronariæ m. m. — I sitt „*Svar på D:r Lovéns recension, öfver kritik af det så kallade hämmande nervsystemet*" (Hygiea 1868)[17]) säger sig Bonsdorff icke hafva funnit i densamma någon „öfvertygande bevisning" och tillägger „mina vasomotoriska nerver äro genom de tillvitelser, som blifvit gjorda under den öfver trettio år fortsatta polemik rörande våta och torra ämnen, i hvilka jag varit invecklad, så vänjde vid retning, att de icke mera afficieras så lätt, som i en tidigare ålder. Mina motståndares yttranden hafva hos mig verkat hvarken en påskyndad eller hämmad blodcirkulation, till följe hvaraf jag med ett orubbligt lugn kan gå i svaromål". Ett „*Genmäle till Hr Arkiatern E. J. Bonsdorff*" i Hygiea s. å. afslutade kort derpå denna polemik [18]).

Bonsdorff sökte äfven att få sin afhandling införd i någon utländsk vetenskaplig tidskrift. Han vände sig i detta hänseende till Du Bois Reymonds och Reicherts „Archiv für Anatomie und Physiologie", men den blef icke emottagen. Ur ett bref af honom till Reichert må här anföras:

„Als Grund dieser Weigerung wird angeführt, dass bis jetzt Gegenversuche fehlen und dass das Herz des Frosches bei Reizung des Vagus contrahirt. Wenn ich auch wusste, dass Herr Du Bois Reymond mit der Mehrzahl der Physiologen das Bestehen des Hemmungsnervensystems annimmt, so glaubte ich doch bei ihm, als einem unparteiischem Forscher, die Anerkennung des alten Satzes audiatur et altera pars voraussetzen zu dürfen. Gegen die Weigerung an und für sich wäre nichts einzuwenden, denn Herr D. B. R. ist in seinem guten Rechte, in Bezug auf die Gegenversuche aber will ich bemerken, dass ich, was schon aus dem Plane, der meiner Kritik zum Grunde liegt, hervorgeht, keineswegs neue Experimente zu machen beabsichtige, denn an Experimenten fehlt es in der Litteratur nicht. Ich frage jeden unparteiischen Forscher, ob die Annahme einer neuen Kraft zur Erklärung eines Phenomens dem Versuche dasselbe mit Hülfe anerkannter physiologischer Wahrheiten zu erklären vorzuziehen ist."

Reichert synes likväl erbjudit sig att ombesörja afhandlingens införande i någon annan tidskrift och den blef äfven tryckt i Henles och Pfeufers *Zeitschrift für rationelle Medicin* 1869 under titel „*Kritik des so genannten Hemmungs-Nervensystems*“.

Sedan den komparativa osteologin från början af seklet blifvit föremål för studier hade anatomerne hyst olika åsigter om tydningen af de till fåglarnas skulderbensgördel hörande benen. Cuvier hade uttalat sig därhän att fåglarnas nyckelben motsvaras af proc. coracoideus scapulæ, hvarom dess föreningar vittnade, men att furcula eller gaffelbenet icke hade någon motsvarighet hos menniskan. Andra anatomer (J. F. Meckel, R. Wagner, C. G. Carus) betraktade det däremot som ett dubbelt nyckelben. And. Retzius förklarade det af Cuvier antagna nyckelbenet motsvara processus coracoideus scapulæ hos menniskan och benämnde det därför os coracoideum, men furcula jämförde han med de vid sternaländan sammanvuxna nyckelbenen. I ett inför finska vetenskapssocieteten hållet föredrag den $^{11}/_{12}$ 1848 slöt sig Bonsdorff till Cuviers tydning af clavicula, och sökte ådagalägga att det s. k. os coracoideum hos fåglarna vore att anses som clavicula, betecknade furcula som en sammanvexning af första refbensparet samt det hos somliga fåglar förekommande s. k. os humero-scapulare såsom motsvarande processus coracoideus hos menniskan [19]). I sitt för professionen i zoologi 1867 utgifna specimen berörde F. W. Mäklin denna nu antydda del af fåglarnas benbyggnad och erkände att os coracoideum i öfverensstämmelse med Cuviers åsigt måste betraktas som clavicula, men att furcula, som länge ansetts motsvara nyckelbenet, bör uppfattas som ett för fåglarna egendomligt ben, hvilket uppstått genom ossifikation af det hos dem starkt utvecklade ligamentum interclaviculare. Med anledning af detta uttalande uppkom en häftig och långvarig tidningspolemik, i hvilken Bonsdorff, som varit utsedd att å fakultetens vägnar granska de för professionen utgifna afhandlingarna, blef invecklad [20]). Denna å bägge sidor förda skarpa strid föranledde honom att närmare undersöka skulderbladet, nyckel- och gaffelbenet hos olika slags fåglar, äfvensom de i deras bengördel förekommande ligamentösa föreningar, hvilka äro af vigt vid förklaringen af de ifrågavarande benens förhållande till hvarandra. Afhandlingen „*Kritik der allgemein angenommenen Deutung der Furcula bei den Vögeln*“, införd i finska vetenskapssocietetens skrifter, innehåller tillika anmärkningar om motsvarande benbyggnad hos Ornithorhynchus paradoxus och Tachyglossus setosus (= Echidna hystrix), hvilka äro de enda däggdjur, som visa spår af furcula.

Bonsdorff betraktar os coracoideum hos fåglarna som clavicula, medan ett furcula motsvarande ben saknas hos menniskan. Under det att sternaldelen af

det ena nyckelbenet hos menniskan förbindes med det andra genom lig. interclaviculare, har membrana claviculo-furcularis, som verkställer förbindelsen emellan hvardera nyckelbenet hos fåglarna, jämte det hos dem förekommande ligamentum sterno-furculare, samma betydelse som ofvannämnda ligamentum interclaviculare. I främre randen af membrana claviculo-furcularis förekommer en sträng af broskväfnad och furcula utvecklas sålunda ur ett præformeradt brosk [21]). Furcula är derför enligt Bonsdorffs mekaniskt-fysiologiska uppfattning ett hos foglarna normalt förekommande ben, hvars uppgift är att förstärka föreningen af de öfre extremiteterna med bålen.

En tid synes Bonsdorff jämsides med sina neurologiska undersökningar sysselsatt sig äfven med blodkärlsystemets jämförande anatomi. Hans afhandling: I. *Det arteriella kärlsystemet hos Paddan* (Bufo cinereus Schneid.) 1847 lemnar en monografisk beskrifning öfver kärlsystemets större och mindre periferiska förgreningar. Jämförelsen med förhållandet hos menniskan utfaller så mycket lättare och vinner i åskådlighet, som Bonsdorff använder samma benämningar, som begagnas i den menskliga anatomin. Arcus aortæ förekommer dubbel, en arcus aortæ dexter och sinister, hvilka begge sedan förena sig till en gemensam stam, aorta abdominalis. Från aortabågen utgå fem grenar: art. carotis externa, a. pulmono-cervicalis, a. laryngea, a. occipitalis och a. subclavia. Carotis externa bildar en sinus caroticus, äfven kallad glandula carotidea, som Bonsdorff uppfattade som ett accessoriskt hjärta, utgörande en återstod från ett tidigare utvecklingsstadium, då respirationen skedde medels gälar. II. *Om ett accessoriskt nervsystem hos Paddan, öppnande sig i sinus caroticus* (1850). I denna uppsats redogör Bonsdorff för förhållandet emellan vena carotico-cerebralis och de därmed sammanhängande blodkärlen. III. „*Portvensystemet hos Gadus Lota Linn.*“ (1852). Denna afhandling innehåller flere intressanta och viktiga iakttagelser. Portvensystemet förekommer nämligen hos laken under tvenne former, *a*) lefverportvensystemet och *b*) njurportvensystemet. Det förra upptager blodet från hela digestionsapparaten och simblåsan, men icke från bukväggarna, ovarierna eller njurarna. Dessa organers vener öfvergå, utan att genom några kommunikationsgrenar stå i sammanhang med lefverportvensystemet, i vena cava inferior eller sinus venarum communis. Lefverportvensystemet tömmer sig genom två venæ hepaticæ i sinus transversus, i hvars bakre vägg de inträngа.

Njurportvensystemet uppvisades 1821 först af Ludvig Levin Jacobson i Köpenhamn, men betviflades af Cuvier, Meckel och Stannius. Genom lyckade injektioner så väl genom venæ ovarii, som genom vena caudalis öfvertygade sig Bonsdorff om dess förekommande. Emedan han betraktade

portvensystemet i allmänhet såsom ett accessoriskt respirationssystem, hvarigenom blodmassan afbördar sig vissa ämnen, som äro onyttiga för den materiella metamorfosen, uttalar han den förmodan att i samma förhållande, som respirationsorganen äro mindre utvecklade hos de lägre djuren, äfven ett portvensystem förekommer, som utgrenar sig i njuren, för att liksom komplettera den respiratoriska verksamheten. Njurportvensystemet uppkommer genom utgrening af vena caudalis i njurens bakersta del, bildande där ett kapillarkärlnät, hvarifrån blodet samlas i större och större grenar, hvilka utmynna i en genom midten af njuren förlöpande hufvudstam. De begge hufvudstammarne förenas slutligen i en gemensam sinuös utvidgning eller alveus communis venarum cavarum inferiorum. Ifrån denna alveus utgå venæ cavæ inferiores [22]).

Efter denna öfversigt af Bonsdorffs större och mera omfattande undersökningar på den komparativa och menskliga anatomins område, må vi ännu i korthet omnämna några mindre hithörande uppsatser af hans hand. I en „*Beskrifning af ett missbildadt Cranium hos en man, jämte några anmärkningar öfver uppkomsten och betydelsen af de s. k. ossicula Vormiana*“ (1846), uppvisade Bonsdorff att de enskilda hufvudskålsbenen under sin utveckling förblifvit söndrade i flere enskilda delar. Nackbenet bestod sålunda af 10, det venstra tinningbenet af 16 och det högra af 8 mindre ben. Orsaken därtill måste vara den, att ossifikationen utgått ur flere par benpunkter, än vanligt, och de bildade benstyckena qvarstått såsom genom suturer från hvarandra skilda ben, erinrande om tidigare utvecklingsskeden i hufvudskålsbildningen. Bonsdorff uttalade tillika den förmodan att dura mater hos de högre djuren och isynnerhet hos menniskan kunde anses motsvara primordialkraniet hos de lägre vertebrerade djuren och vara en oafbruten fortsättning af chorda dorsalis. Hufvudskålsbenen åter kunde betraktas såsom uppkomna genom ossifikation af beläggningsmassan [23]). — En undersökning af blodkärlsystemet hos den vanliga björnen (Ursus arctos) 1852 med fästadt afseende å *vintersömnen* ådagalade vissa egendomliga anatomiska anordningar, hvilka förklara den i hög grad förlångsammade och nedsatta blodcirkulationen, som åtföljer vintersömnen och till en del är orsaken till densamma. Med mycken sannolikhet synes man enligt Bonsdorffs mening kunna antaga, att diaphragma är starkt kontraherad under djurets vintersömn i följd af dess kroppsställning och därigenom inverkar hämmande på blodrörelsen. Aorta abdominalis, som förlöper under en stark muskelfascikel af diaphragma, sammantryckes nämligen i följd däraf mot ryggraden och blodrörelsen försvagas. Vena cava, som genomtränger en lob af lefvern, hvilken liksom en ring omfattar densamma, sammantryckes äfvenledes genom kontraktionen af de från diaphragma på den

öfvergående longitudinella och cirkulära muskel- och sentrådarne. När djuret vaknar eller störes i sin sömn samt förändrar läge, upphör sammandragningen i diaphragma och blodets cirkulation för sig går åter obehindradt. Härmed är äfven vinterdvalan upphäfven.

Bonsdorff begagnade sig af ett honom erbjudet sällsynt tillfälle att undersöka inelfvorna hos *Strutsen* (Struthio camelus) 1852 och fann därvid bland annat, att matstrupen öfvergår i en ganska betydlig förmage (proventriculus), utmärkt genom en utomordentlig rikedom på körtlar. Ifrån förmagen öfvergår innehållet i muskelmagen, bestående, som vanligt, af tvenne hälfter. Strutsen saknar gallblåsa och gallan öfvergår omedelbart i duodenum. Mjältarteren bildar kort efter sitt ursprung, förr än den inträngер i mjälten, ett starkt rete mirabile. Dess ändamål, liksom de arteriella undernätens öfverhufvud, är att fördela blodet på en större flodbädd, hvarigenom blodcirkulationen förlångsammas och blodpelarens tryckning förminskas, ett förhållande, som Bonsdorff förklarar vara så mycket mera nödigt, som väggarna i mjältens kapillarkärl äro utomordentligt fina och tunna. Han påpekar i öfrigt att dessa retia mirabilia hos djur förekomma å sådana ställen, där en för stark tryckning af blodvågen skulle kunna inverka menligt på ömtåliga organer. En sådan förlångsamning af blodcirkulationen vinnes äfven genom andra anordningar, såsom böjningar eller slingringar i artererna, olika vinkelförhållanden, under hvilka artergrenar utgå från kärlstammen m. m.

Bonsdorff var på 1840—1850-talet en uppburen läkare. Isynnerhet var han anlitad som husläkare i många familjer af högre samhällsställning. Vid den tiden och ännu långt senare var det hos oss vanligt att anse praktisk sjukvård såsom en självfallen sysselsättning för medicine professorerne och en stor del af dagen användes därtill. Tjenstegöromål och vetenskapligt arbete ansågs kunna komma i andra rummet. I vår tid hafva kommunala sysselsättningar, spekulativa företag, sällskapslif, partimöten m. m. ytterligare ökat frestelsen för vetenskapsmännen att egna sin tid åt annat än det deras vetenskap med sin rastlösa utveckling kräfver. Det fordrades en sådan sällsynt, oerhörd arbetsförmåga och ihärdighet, som Bonsdorff ägde, för att medhinna allt, hvad han i vetenskapligt afseende och i sina stora, universitetet numera tillhöriga samlingar, åstadkommit. Huru få äro icke de, som kunna uppvisa sådana egenskaper?

Bonsdorffs anställning i början af hans bana såsom läkare vid finska sjöekipaget och gardet gaf honom tillfälle till större erfarenhet, isynnerhet i behandlingen af akuta sjukdomar, än den tidens inskränkta kliniker kunde erbjuda den unge läkaren. Ehuru han sedermera knapt hade tid och ledighet att följa den kliniska medicinens snabba framsteg och den i många afseenden fullständiga omkastning i betraktelsesätt, som sedan seklets midt för sig gått inom vetenskapen, voro dock hans grundliga ungdomsstudier i förening med vidsträckta anatomiska och fysiologiska insigter tillräckliga att vägleda honom äfven på den praktiska läkekonstens område och göra honom till en skicklig läkare.

I terapeutiskt afseende var Bonsdorff stationär. Läkemedlen utöfva icke, yttrar han, någon dynamisk inverkan på kroppens väfnader, utan deras verkan beror af det inflytande de vinna på materieomsättningen och de kemiska processer, hvilka för sig gå i organerna. Bonsdorff ansåg läkemedlen kunna beqvämligast indelas i solventia (befordra upplösningen), tonica (befordra nybildningen) och nervina (inverka på nervsystemet). Hans läkemedel inskränkte sig till ett fåtal, hvilka han efter sin mening använde rationelt och utan att tvifla på deras verkan. Kinin, järn, jodkali, nux vomica jämte några andra voro hans älsklingsmedel. Man berättade, att de sammansatta formler, hvilka Bonsdorff gerna begagnade, voro en erinran om hans bekantskap med d:r John Bolliger, hvilken i början af 1850-talet vann i Wasatrakten stort anseende som läkare och hvars rykte och recepter, när han som politisk fånge satt fängslad i Helsingfors länshäkte och där fick emottaga skriftliga förfrågningar af talrika patienter, spriddes vidt omkring äfven i södra delen af landet [24]).

Förrän vi öfvergå till en kort karakteristik af Bonsdorffs arbeten på den praktiska medicinens fält, torde vara skäl att yttra några ord om hans allmänna patologiska grundåskådning, så vidt den framgår ur här och hvar i hans skrifter förekommande uttalanden. Han hyllade icke materialismens lärosatser. Det nödvändiga sammanhang och det ömsesidiga beroende, hvaruti organismens särskilda delar stå till hvarandra, förde honom till insigt därom att de kemiska processerna och de fysikaliska lagarna inom mennisko- och djurkroppen äro underordnade lifvets herravälde och inträdt i dess tjenst. Ehuru i mångahanda afseenden beroende af den yttre naturen är organismen, såsom sammansatt af särskilda funktionerande organer, hvilkas verksamhet ingripa i hvarandra, ett inom sig slutet, för sina ändamål fullkomligt tillräckligt helt. Man finner därför, att, när en länk i denna komplicerade organism råkar i överksamhet eller afviker från sin ursprungliga bestämmelse, en ökad verksamhet i andra dermed förvandta organ inträder, som öfvertager eller ersätter bristen. Denna vikarierande functionella verksamhet var en af Bonsdorffs ledande

idéer, som isynnerhet gjorde sig gällande i hans uppfattning af vattenkurens berättigande och användning. Han var därför icke främmande för åsigten om en vis medicatrix naturæ, hvars egentliga säte var i blodet, och som medels konstens åtgärd kunde och borde befordras.

Såsom anatom kunde Bonsdorff icke förbise den betydelse och det inflytande den patologiska anatomin mot slutet af hans verksamhetstid vann inom den praktiska medicinen. Detta erkänner han själf i följande ord: „Den medicinska vetenskapens teori kan icke vara något annat än kännedomen om de i organismen verkande organernas anatomiska byggnad, vare sig i det friska eller sjuka tillståndet, hvartill ännu bör läggas kunskapen om dessa organers samverkan i organismen, där det ena organet ingriper i och förutsätter det andra. Kännedomen om dessa förhållanden vinnes genom den anatomiska undersökningen och det fysiologiska experimentet. Resultaten af den experimentella fysiologin förbises ofta af patologen, som blott aktar den anatomiska basen. De förändringar, som mikroskopet uppenbarar i organerna, betraktas som sjukdomens väsende. Så lofvärd en sådan forskningsmetod i sig själf må vara, är denna samning endast skenbar, ty bakom den funna anatomiska förändringen ligger orsaken till densamma ännu förborgad. Den anatomiska afvikelsen är produkten af sjukdomsprocesserna och icke själfva den sjukliga processen. Det är det obekanta, som Fichte uttrycker genom das Ding an sich och som vetenskapen sökt i årtusenden. Den medicinska forskningen måste från naturforskningens olika områden hemta material för lösandet af sitt problem, som är lifvets gåta. Denna blir alltid olöst och därmed är äfven den individuella dödens och förgängelsens fortfarande bestånd försäkrad. Det material, som fordras till den medicinska vetenskapens byggnad, samlas ifrigt af forskningen till dess en öfverlägsen ande uppträder för att ordna och utvälja det material, som för byggnaden kan användas. När det skall inträffa, kan icke på förhand bestämmas. Den närvarande tidens riktning är att fortfarande samla och hopa det nödiga materialet“ [25]).

Bonsdorff synes öfverhufvud känt sig tilltalad af den humoralpatologiska uppfattningen af sjukdomsorsakerna. Under hans yngre år var ju den också allmänt herskande. Blodets sammansättning, betydelse och förändringar voro äfven för honom af den allra största vigt. Han betraktade detsamma icke blott såsom en ständigt flödande källa för tillförande af nytt material åt nervsystemet i ersättning för de under dess arbete förbrukade och förlorade beståndsdelarna, utan tillika såsom incitament för dess lifskraftiga verksamhet. En hæmato-patologi ansåg han utgöra medicinens vigtigaste önskningsmål, ty en förändring i en väfnad är icke sällan framkallad af en abnorm kemisk

sammansättning af det material, som tillföres densamma genom blodet. Bonsdorff var dock långt ifrån att hysa exklusiva åsigter i detta hänseende. För honom var det fullkomligt klart, att, då organernas normala verksamhet beror på beskaffenheten af den materieomsättning, som förmedlas genom blodet och vätskorna, kan orsaken till de patologiska förändringarna icke ligga uteslutande hvarken i de fasta väfnaderna eller i blodet, utan måste bero på det störda växelförhållandet emellan begge.

Den första af Bonsdorffs hithörande skrifter är en i finska läkaresällskapets handlingar införd uppsats: „*Physiologiska betraktelser öfver feberns väsende*“ (1843). När i följd af en förändring af blodets beskaffenhet ett organs funktion i ett eller annat afseende blifvit störd, uppstår feber. Denna kan betraktas såsom ett naturens bemödande att genom ökad verksamhet i andra organer återställa den störda jämvigten. När under förloppet af en feber inflammation i ett organ uppkommer, är det en ensidig afvikelse från detta naturens sträfvande att återställa hälsan. Den därunder i organismen stegrade lifsverksamheten, hvilken i sin mån ytterligare framkallar en sekundär förändring af blodets sammansättning, slår lätt öfver till det nybildningsbehof som särskildt utmärker och kännetecknar inflammationsprocessen. Emedan, Bonsdorff betonar det nära växelförhållande, som förefinnes emellan huden och respirationsorganens function i afseende på blodets sammansättning, fäster han mycken vigt vid det inflytande en förändrad verksamhet i huden kan utöfva på åstadkommande af sjukdom och vill t. o. m. uppvisa detta sammanhang i förhållande till enskilda organer eller organgrupper. Han uttalar den vågade tanken, att, om hudens perspiration är genom yttre inflytande störd, en inflammation i respirationsorganen utvecklar sig under febern, om afsöndringen af hudtalgen är på något sätt minskad, framkallas en inflammation i tarmkanalens slemhinna och körtlar, men, om hudens transpiration är hämmad, förbinder sig febern med inflammation i de serösa hinnorna. Denna tanke att sätet för den lokala inflammationen står i närmaste sammanhang med den del af hudens väfnad, där den sjukliga störingen först uppkom, är en konseqvens af Bonsdorffs ofvanför antydda idé om det vikarierande förhållande, som äger rum emellan anatomiskt och fysiologiskt beslägtade organer.

Den för tiden moderna skeptiska skolan i Wien hade dragit i härnad bland annat mot den hos läkarene sedan århundraden nedärfda åsigten om åderlåtningens nytta, ja oumbärlighet i vissa sjukdomar, t. ex. vid lunginflammation. Med anledning af Jos. Dietls 1848 utkomna bekanta skrift i detta ämne, meddelade Bonsdorff i finska läkaresällskapets handlingar: „*Physiologiska anmärkningar öfver nyttan eller skadan af åderlåtning vid behandling af in-*

flammation i respirationsorganerna" (1853). Då Bonsdorff uppfattade kroppens se- och exkretoriska verksamhet såsom reningsmedel för blodet, så ansåg han en förorening deraf, uppkommen till följd af hämmad sekretion och särskildt i följd af en störing i hudens function, vara den närmaste orsaken till lunginflammationen. Han försvarar åderlåtningens användande och menar att densamma begagnad i prodromstadium medför en stegrad verksamhet i de organer, som äro intresserade i blodberedningen, och framkallar en välgörande kris. När åderlåtningen verkställes i tid och i behörig mängd, tror Bonsdorff sig kunna på fysiologiska grunder beräkna dess inverkan på blodets särskilda beståndsdelar och i följd deraf äfven kunna emotse lunginflammationens hastigare öfvergång till hälsa. I en pleurit anser han att exsudatet i följd af försummad åderlåtning blir mer eller mindre purulent. Men om någonstädes, så pröfvas vid en lunginflammation läkarens förmåga och insigt att individualisera, där det gäller åderlåtningens användning och berättigande i ett konkret fall.

Bonsdorff upptog några år senare ånyo denna fråga och skref i finska läkaresällskapets handlingar: „*Några ord om bloduttömning vid behandling af inflammation i lungorna*" (1860). Han försvarar fortfarande på grund af fysiologiska betraktelser öfver bloduttömningens förutsatta inflytande på blodets sammansättning och rörelse sin åsigt att en måttlig och väl afpassad bloduttömning befordrar absorption af exsudatet. Den föreslagna uteslutande dietetiska behandlingen däremot ger enligt Bonsdorffs mening anledning till förtätning och tuberkulosering, alldenstund resorptionen i den inflammerade lungan icke blifvit fullständig. Han anser det vara mera rationelt att verkställa flere, men mindre åderlåtningar på 6 å 8 uns. Samtidigt utgaf Magnus Huss sitt kända arbete „*Om lunginflammationens statistiska förhållanden och behandling*" (1860), i hvilket han stödd på 2616 observerade sjukdomsfall anställer en jämförelse af olika behandlingsmetoder af denna sjukdom. Huss skref härom till Bonsdorff den $^{15}/_{5}$ s. å. „Jag har under åtta år ej åderlåtit någon pneumoni och däraf fått lyckligare resultater än under den tid då jag åderlät".

Dessa till en tidigare period af Bonsdorffs verksamhet hörande afhandlingar äga otvifvelaktigt intresse genom den tidens allmänna patologiska och fysiologiska åsigter, hvilka i dem framläggas. De gifva oss tillika en klar bild af tidens sätt att från en teoretisk fysiologisk synpunkt behandla medicinskt praktiska frågor och på dem tillämpa mer eller mindre abstrakta sanningar. Ett område, som osökt erbjöd anledning till allmänna fysiologiska förklaringar, var *hydroterapin* eller vattenkuren, åt hvars utöfning Bons-

dorff med vanlig energi och synnerligt intresse egnade sig på 1850-talet. I Åbo hade 1846 en hydroterapeutisk anstalt blifvit grundlagd. I början mycket anlitad, förlorade den likväl snart i följd af bristfällig förvaltning och ledning allmänhetens förtroende och höll på att af brist på deltagande upphöra. Det bolag, som grundlagt badanstalten, vände sig nu till Bonsdorff, som under vintern 1853 vistades utrikes, och erbjöd honom läkarebefattningen vid densamma. Under sin resa i Rhentrakten besökte han därför badanstalterna vid Laubbach och Boppart, hvilka vid den tiden stodo under ledning af läkare, den förra under inseende af dr Petri och den senare af dr Hallmann, för att taga kännedom om den vid dessa inrättningar följda behandlingsmetoden. Kort därefter öfverraskade han mig i ett bref från Würzburg af den $^{11}/_{3}$ 1853 med anbudet att biträda honom vid sjukvården vid den nu omorganiserade anstalten i Åbo och författaren deltog i följd deraf i densamma under somrarna 1853—1854.

Bonsdorff fann snart, att en systematisk och rationel användning af vatten var ett vigtigt bidrag till den medicinska terapin och att det metodiska användandet af kallt vatten i förening med dietetiska föreskrifter var en af den fysiologiska läkekonstens närmaste uppgifter. Honom tillhör förtjensten att icke blott hafva gjort vattenkuren allmännare känd i vårt land och intresserat läkarene därför, utan äfven att i många afseenden hafva utredt flere med dess begagnande sammanhängande frågor. Den erfarenhet, som Bonsdorff under årens lopp förvärfvade sig, meddelade han i sina utförliga „*Redogörelser för resultaterna vid vattenkuranstalten i Åbo*“ 1853—1857, införda i finska läkaresällskapets handlingar. Under första sommaren användes uteslutande den af hydroterapins skapare, Vincenz Priessnitz, införda inpackningsmetoden med derpå följande afkylningsbad, men redan 1854 infördes tillika Louis Fleurys spritbad och ångskåp. I början begagnade Bonsdorff ganska kallt vatten och ansåg en temperatur af 8 à 10 ° vara i många fall lämpligast, men öfvergick småningom till mera tempererade bad. Härvid lades likväl mycken vigt på den rätta bestämningen så väl af tidslängden, som den kraft, hvarunder vattnet träffade kroppen.

Det var hufvudsakligast i vattenkurens inflytande på sekretionsorganen, huden, lungorna och njurarna, hvarigenom blodet „purifierades“, som Bonsdorff såg dess stora betydelse för återställandet af en störd hälsa. Genom den stegrade materieomsättningen i kroppen under en vattenkur och den i följd däraf framkallade lifligare nutritionen, sekretionen och absorptionen, trodde han sig kunna med lätthet förklara dess inverkan på organismen. Den ökade ämnevexlingen antogs visa sig i mängden af de ämnen, hvilka, såsom sista

sönderdelningsprodukter, afsöndras genom huden, lungorna och njurarna. Därom hyste Bonsdorff den öfvertygelsen att sådana ämnen, hvilka för den organiska verksamheten äro mer eller mindre främmande, bringas under vattenkuren till den aggregationsform, att de genom dessa organer kunna aflägsnas från kroppen. Detta är grunden till vattenkurens antidegenerativa verkan, hvarigenom t. o. m. fasta bildningar, hvilka genom ökad materieomsättning kunna upplösas, tillika afskiljas, hvarvid läkemedels användning i förening med vattenkuren lemnar ett särdeles gynnsamt resultat [26]). Vigtigast för hydroterapeuten är likväl att kunna lämpa vattnets användning efter den sjukes reaktionsförmåga. Reaktionen, som utgör själfva grunden för vattenkurens framgång, ansåg Bonsdorff finna sin fysiologiska förklaring i den hastigare blodcirkulation, som uppstår i följd af afkylningen och den därpå följande stegrade organiska verksamheten.

De till en del från allopatin lånade uttryck, hvarmed man ville, om icke förklara, åtminstone beteckna vissa af vattenkuren framkallade verkningar på den sjuka organismen, gåfvo upphof åt den vulgära uppfattningen om dess „omstämmande, afledande, retande och stärkande kraft.“ Bonsdorff såg i densamma ett medel att befordra och understödja den organiska verksamheten i dess „upplösnings- och nybildningsarbete“ [27]). Denna uppfattning sammanhängde väl närmast med hans anslutning till H. Fr. Stannius' upptäckt af den s. k. föryngringsprocessen hos en del djur (1853), hvilken enligt Bonsdorffs åsigt måste betraktas som ett upprepande af den alstrings- eller skapelseprocess, som uppenbarar sig i hvarje organisk verksamhet. Denna åsigt i dess tillämpning på hydroterapin utlade han i en särskild uppsats *„Vattenkurens förhållande till den animala föryngringsprocessen“* [28]).

Förrän vi lemna dessa allmänna betraktelser öfver de ledande idéer, som karakteriserade Bonsdorffs uppfattning af hydroterapin och bestämde hans åtgöranden vid dess praktiska användning, finna vi, såsom redan ofvanföre antyddes, att han äfven begagnade farmaceutiska läkemedel jämte vattenkuren. Han fann stöd hos M. Huss, som uppmuntrade honom att under bruket af densamma tillika använda medikamenter, „ty vi måste vara eklectici för att lyckas och ej trånga systematici“. Bonsdorff bröt sålunda med den slentrian, som de empiriske vattenläkarene infört vid sina kuranstalter, derifrån medikamenter voro strängt bannlyste. Bonsdorff fann däremot snart att rätt använda medikamenter voro mer än vanligt verksamma vid samtidigt begagnad vattenkur och att deras verkningar framträdde mycket snabbare och kraftigare än annars. Det måste räknas honom till verklig förtjenst att han bekämpade denna fördom, som dittills gjort vattenkuren ensidig

och lemnat den i hand på vanligen halfbildade personer. Han gaf äfven skäl för de grunder, hvilka förmått honom till begagnande af medikamenter jämte vatten i en „*Undersökning, huruvida användandet af läkemedel, liktidigt med vattenkuren, kan anses rationelt*“ (1855).

Innan vi afsluta denna framställning om Bonsdorffs förhållande till hydroterapin, torde det vara skäl, att ännu beröra några speciella sjukdomsgrupper, hvilka väckt hans särskilda intresse och om hvilka han, såsom vattenläkare, hyste sin egen mening. Tuberkulosen ansåg Bonsdorff vara i sitt första stadium symmerligen egnad för vattenbehandling i förening med lämpliga medicinska medel. För honom hade nämligen tuberkulosen sin grund i en „abnorm“ nutrition och han betraktade den såsom en på lägre utvecklingsgrad qvarstannad cellbildning. Läkarens viktigaste uppgift var därför den att förbättra den bristfälliga ämnevexlingen och Bonsdorff uppställde såsom behandlingens hufvudmål „att omstämma den abnorma nutritionen, befordra absorptionen af tuberklerna och hämma den tuberkulösa processens framskridande“ [29]). Medels den af honom 1856 införda spirometern hoppades han tillika kunna utröna, huru mycket lungornas vital-kapacitet hos de sjuka stigit under vattenkuren. I alla de behandlade fallen hade densamma höjt sig, i en del till och med ovanligt mycket [30]). I de flesta fall bör vattenkuren användas under flera år, till dess lungkapaciteten motsvarar kroppens längd och bör man därvid beräkna 22—26 k. c. m. hos män och 17—20 k. c. m. hos qvinnor för hvarje centimeter af kroppens längd [31]). Hos lungsotssjuka, hvilka under vattenkuren blifvit förbättrade, fann Bonsdorff äfven bröstets omkrets öfver infraclaviculartrakten hafva tilltagit med $^2/_3$—1 tum, medan denna omkrets förblef oförändrad hos dem, hvilka icke vunnit någon förbättring. För att bestämma bröstkorgens diametrar, hvilka han benämnde öfra perpendikulära, nedra perpendikulära och transversella diametern, konstruerade Bonsdorff i detta afseende en egen thoracometer [32]). Med användning af spirometern och under anlitande af en noggrann våg till bestämmande af kroppsvikten, skall man under omsorgsfullt aktgifvande på sjukdomens utveckling kunna enligt Bonsdorffs mening afgöra, huru vattenkuren bör i hvarje enskildt fall anordnas, om dess upplösande eller toniska verkan bör afses [33]). I en uppsats „*Om vattenkurens verkan å lungtuberkulos*“ har Bonsdorff ytterligare utvecklat sin åsigt om det välgörande inflytande en väl genomförd vattenkur i förening med läkemedel förmår utöfva på lungsot [34]).

Mer än mången annan hade Bonsdorff fått erfara, huru denna sjukdom lagt sin tunga hand på hans lefnadslycka och glädje. Den gamle, redan

åttioårig, berättade för mig huru han, sysselsatt med tentamina för magistergraden, vid den oväntade underrättelsen om förlusten af en väninna, vid hvilken han var innerligt fästad och som i blomman af sin ungdomliga fägring föll offer för en smygande lungsot, fick en blodstörtning, som för en tid gjorde hans hälsa vacklande. Senare förlorade han efter ett kort äktenskap sin unga maka och en kär syster, begge i lungsot. Man kan icke utan rörelse läsa dessa Bonsdorffs ord: „De flesta af dem, som genom en oförklarlig makt fängslat mig, tillvunnit sig min aktning och oinskränkta vänskap, hafva gått från lifvet i följd af lungsot. Man måste medgifva att lungsotister i allmänhet gifva tillkänna ett ädelt och älskligt väsende, såsom skulle de icke höra till denna verlden. Bildade qvinnor, som besväras af lungsot, utveckla alla en hög grad af moralisk skönhet, hvilket väl hvarje läkare varit i tillfälle att erfara“ [35]).

Nervsjukdomarne intresserade Bonsdorff mycket och man ser att han i sina redogörelser med förkärlek beskrifver de af honom behandlade fallen, hvarvid hans noggranna kännedom om nervsystemet icke sällan underlättade diagnosen. Vid vår för den tiden ofullständiga kännedom af nervsjukdomarne förekom dock en mängd dunkla fall, hvilka gingo under det mångtydiga namnet spinalirritation m. m. Orsakerna till nervsystemets sjukdomar ligga enligt Bonsdorffs mening dels i förändringar af nervernas egen struktur, dels i andra organer, hvilkas verksamhet återverkar på nervsystemet, dels i yttre mekaniska inflytelser, men framför allt i en förändrad blodsammansättning, ehuru han medger att det är och kommer att förblifva ytterst svårt att i ett konkret fall verkligen utreda arten och beskaffenheten af en sådan störing i qvantitativt och qvalitativt hänseende. Där han antog en sådan, lät han den ingå i diagnosen och vi finna därför sådana benämningar som hyperæsthesia retinæ spermatica, irritatio spinalis scorbutica, chlorotica, dysmenorrhoica, irritatio spinalis cum neuralgia coeliaca mercuriali, neuralgia ischiadica chlorotica m. m. För öfrigt ansåg han nervcellerna kunna betraktas som sekretionsorgan för nervmaterien och neurilemet, som omkläder nerven, äga förmåga att ur blodet upptaga proteinföreningar, nödiga för dess nutrition. Äfven här kan antecknas en skild uppsats „*Om vattenkurens verkan å störingar inom nervsystemet*“ (1854).

Hvad beträffar den syfilitiska sjukdomen och dess behandling, hvarom Bonsdorff hade sin egen mening, afrådde han på det bestämdaste att i primär stadiet använda vattenkur. Han förkastade i allmänhet lokal behandling af den syfilitiska pusteln, emedan man icke med visshet kan beräkna, när infektionen redan hunnit försiggå. Blott till en väl och noggrant genomförd merkurialkur kan man trygga sig. Helst begagnade Bonsdorff

mercurius solubilis Hahnemannii eller qvicksilfver i endermatisk form. Såsom efterkur är däremot vattenkuren i hög grad välgörande och skall låta merkurens möjligen menliga följder försvinna. Förvexling af merkurial dyskrasi med sekundär syfilis är icke sällsynt. Vid den hydropathiska behandlingen af en syfilitisk patient ansåg Bonsdorff vara bäst att, sedan vattenkuren fortfarit någon tid, upphöra dermed och verkställa en mer eller mindre stark merkuriaingnidning samt därefter åter vidtaga bruket af vatten. Merkuren absorberas mycket lättare, enär hudens verksamhet genom vattenkuren blifvit ökad. Om otvetydiga symtom af syfilitiskt gift uppträda under bruket af en vattenkur, bör den afbrytas och specifik behandling inledas, ty erfarenheten har ådagalagt att latent syfilis icke sällan till öfverraskning för läkare och patient röjer sig under begagnandet af vatten. I tertiär syfilis är vattenkuren det säkraste medlet. Sina åsigter rörande behandlingen af syfilis har Bonsdorff sammanställt i „*Physiologiska anmärkningar öfver den rationella vattenkurens inflytande på den syfilitiska sjukdomen*“ (1856) och säger sig vara glad att hafva kommit till en fast öfvertygelse om behandlingen af denna sjukdom [36]).

Tvenne medicinskt-praktiska mindre uppsatser må för fullständighetens skull här finna plats. Hans „*Iakttagelser öfver koleran under den epidemi, som herskade i Åbo sommaren 1853*“ redogöra för det terapeutiska förfarandet vid sjukdomens behandling. Kolerinstadiet måste med största omsorg vårdas och den tilltagande diarrén så fort som möjligt hämmas. Kamfer, retande ingnidningar, varma karbad, lapismoxa i bröstgropen och vid häftig smärta längs ryggraden en à två lapismoxor därstädes böra användas under ett senare stadium. Någongång verkställdes åderlåtning till minskande af blodstasen i lungorna. Ungefär tredjedelen af utvecklade kolerafall afled. Största renlighet inom och utom hus bör iakttagas, stillastående vatten afledas, sjukhus anordnas i tillräckligt antal, men alla spärrningsåtgärder undvikas.

I en liten uppsats „*Om användandet af Tartarus antimonialis vid behandling af croup*“ (1863) förordade Bonsdorff användandet af kräksaltslösning, först i aktiv och sedan i refrakt dosis, allt efter huru länge symtomen fortfara, jämte lokal pensling med stark lösning af nitr. argenti i de fall, där samtidigt difteritiskt exsudat förefinnes inom munkaviteten.

De i det föregående omnämnda af Bonsdorff verkställda försöken att medels den af Hutchinson 1846 införda spirometern utröna, huruvida lungornas vitalkapacitet under en vattenkur ökats hos lungsotspatienter, hade väckt hans lifligaste intresse. De gåfvo uppslag till en omfattande undersökning i ämnet, meddelad i hans afhandling „*Försök att bestämma lungornas vitalkapacitet hos*

Finnar, och det inflytande ålder, kön och olika sysselsättning utöfva på densamma" (1859), införd i F. V. Soc. Acta. För detta ändamål anställde han omkring 4.000 mätningar å soldater, kroppsarbetare, skolungdom, studenter, embetsmän, gifta och ogifta qvinnor. Han fann snart att kön och ålder utöfva ett viktigt inflytande på lungornas vitalkapacitet, d. v. s. mängden af den luft, beräknad i kub. cent., som efter en föregående möjligast djup inandning åter utblåses vid en derpå följande möjligast stark utandning. Före pubertetsperioden är lungkapaciteten ännu icke så konstant, som under mannaåldern. Däremot står lungkapaciteten i bestämdt beroende af kroppslängden och bör beräknas i förhållande till den. Andra forskare, såsom Albers och Fabius, hade trott sig finna, att en mer eller mindre ökad muskelkraft skulle utöfva ett viktigt inflytande på lungkapaciteten, men Bonsdorff ansåg sig kunna förneka det. Äfven kroppsvikten fann han i detta afseende vara af underordnad betydelse. Det viktigaste resultatet af denna undersökning var att Bonsdorff trodde sig kunna fastställa den normala lungkapaciteten hos Finlands manliga allmogebefolkning till 25,5 k. cent. för hvarje cent. af kroppens längd. Hos ståndspersoner befanns medellungkapaciteten utgöra 24,5 k. cent. hos män och 16,06 hos qvinnor. En lungkapacitet af 22,5—23 kub. cent. kan betraktas som minimum för en fullkomligt frisk allmogeman.

Hvad beträffar möjligheten att medels spirometern säkrare än förut diagnosticera de olika stadierna af lungsot och uppdraga gränsen emellan hvad de äldre läkarene benämnde det „icke suppurativa" och det „suppurativa" stadium, beroende på frånvaran eller närvaran af s. k. „kavernöst" rassel, meddelade Bonsdorff i sin uppsats „*Försök att medels spirometern diagnosticera de olika stadierna af lungtuberkulos*" (1858), äfven införd i F. V. Soc. Acta, att han trodde sig hafva funnit lungkapaciteten i det „icke suppurativa" stadium utgöra hos män 19,59 kub. cent. och i det suppurativa stadiet 14,01 kub. cent., men hos qvinnor motsvarande 12,67 och 9,73 kub. cent.

Bland dem, hvilka Bonsdorff använde vid sina spirometerförsök, var isynnerhet militär. Till hans förfogande ställdes af militärbefälet hela finska gardesbataljonen och äfven tvenne ryska bataljoner. På grund af sina iakttagelser inlemnade han till finska gardets bataljonskommendör förteckning på de soldater, hvilka att sluta af deras lungkapacitet ledo af lungtuberkulos. Emedan han ansåg spirometern kunna säkerställa diagnosen redan i början af sjukdomens utveckling, då den fysikaliska undersökningsmetoden ännu är opålitlig, föreslog Bonsdorff att hvarje rekryt borde före inskrifningen i militärtjenst undersökas till sin lungkapacitet. Från och med 1859 infördes spirometerns användning vid antagandet af rekryter i finska gardesbataljonen. Enligt

hvad Bonsdorff meddelar i „*Några anmärkningar om spirometerns praktiska värde*“ (1863) skulle antalet af vid generalmönstringen kasseradt manskap och under året intagna sjuka i lasarettet efter spirometerns införande aftagit med omkring 50 %.

Bonsdorffs hopp att spirometern ännu skulle komma att spela en viktig rol vid diagnosen af lungsjukdomarna och isynnerhet lungtuberkulosen har icke gått i fullbordan. Jämte många andra i medicinskt ändamål begagnade apparater förvaras spirometern numera i de kliniska förrådsrummen.

För behandlingen af strypsjuka och difteri trodde sig Bonsdorff hafva funnit en säker och pålitlig metod. Vid strypsjuka använde han med förkärlek Tart. antimonialis (Tartar. emeticus, stibium kalio-tartaricum), hvaraf han ansåg sig hafva sett en utomordentligt gynnsam inverkan, dels i refrakt dosis med eller utan tillsats af jodkalium, dels i reaktiv mängd. Bonsdorff tror att trakeotomi i fall af kroup kan undvikas och ersättas genom kraftig pensling med tillräckligt stark lösning af nitras argenti. Han betviflar icke att i hvarje fall af kroup kan ställas en god prognos, om endast behandlingen vidtager förrän fullständig kolsyreförgiftning inträdt. Denna sin erfarenhet meddelade Bonsdorff vid de skandinaviska naturforskarenes nionde möte i Stockholm 1863 och sedermera i några journalartiklar.

Samma lyckliga erfarenhet ansåg sig Bonsdorff hafva vunnit vid behandlingen af difteri i svalget genom begagnande af nitras argenti. Efter ett kort meddelande i Hygiea (1879) om sin metod, införde Bonsdorff i finska vetenskapssocietetens akter en vidlyftig afhandling „*Om Angina diphtheritica med hufvudsakligt afseende å dess rationella behandling jämte redogörelse för en begränsad epidemi af denna sjukdom å Eriksberg i Muurla kapell år 1881*“ åsyftande att i detalj bekantgöra den metod, som Bonsdorff följde vid behandlingen af den s. k. halsrötan. Han ställer prognosen absolut gynnsam i alla de fall, där läkaren får tillfälle att utföra den lokala behandlingen af halslidandet fullt konseqvent. Hufvudsaken vid denna behandling af difterin är att „energiskt tillintetgöra de parasiter, som förskansat sig under den difteritiska pseudomembranen och härifrån utföra sitt förstörelseverk“. Det kraftigaste medlet därtill är en energisk användning af koncentrerad lapislösning, anbragt med mer eller mindre styf pensel på de angripna delarna, och man bör därför med kauteriet tränga in ända till botten af såret antingen med penseln eller ock själfva lapisstången. Om den lokala behandlingen konseqvent och ihärdigt genomföres, försvinna snart de allmänna sjukdomssymtomen. Ett allmännare erkännande har denna Bonsdorffs metod likväl icke lyckats vinna och man har till och med betviflat om alla de fall han upptagit varit verklig difteri.

Själf var han innerligen öfvertygad om den utomordentliga nyttan af ofvanföre skildrade metoder [37]).

Ännu på sin lefnads senhöst uppträdde Bonsdorff med en afhandling från den praktiska medicinens område, innehållande „*Fysiologiska betraktelser öfver den närmaste orsaken till Epilepsin jämte redogörelse för några af mig behandlade fall af denna sjukdom*“ (1885). Denna skrift har, äfven den, ett rent praktiskt syfte, men ansluter sig på det närmaste till Bonsdorffs i det föregående utförligt framställda åsigt om det sympathiska nervsystemet. Han ansåg den egentliga orsaken till epilepsi bero på en stegrad retlighet i ryggmärgen och dess fortsättning i medulla oblongata samt hjärnans ganglier m. m. En periodiskt inträffande stegring af denna retlighet öfverföres från det gangliösa nervsystemets centraldel till de vasomotoriska nerver, som tillhöra carotis och art. vertebralis, i följd hvaraf störingar i blodcirkulationen med därpå beroende krampanfall och hindrad ämnevexling i hjärnan uppkomma. För att minska den i ryggmärgen och hjärnan stegrade retligheten använde Bonsdorff cauterium actuale och en à två lapis infernalis moxor i trakten af foramen magnum och de ställen af ryggraden, där pat. vid yttre tryckning erfor en mer eller mindre intensiv smärta, utstrålande periferiskt eller icke. Prognosen är mera gynnsam, ju kortare tid sjukdomen varat och ju färre anfall inträffat, förrän behandlingen börjat. Trettioen behandlade fall meddelas. Slutligen uttalade Bonsdorff den tanken att orsaken till den af Nothnagel antagna „epileptiska förändringen“ ligger i någon afvikelse i blodets normala sammansättning.

Detta arbete är det sista af Bonsdorffs hand i finska vetenskapssocietetens handlingar [38]).

Till Bonsdorffs betydelsefullaste och mest fruktbärande arbete hör otvifvelaktigt det inlägg han gjorde i en af rättsmedicinens viktigaste frågor. Från äldre tider hade för bedömandet af skador med dödlig påföljd eller s. k. dödande læsioner vissa kategorier af olika lethalitetsgrader blifvit införda och allmänt antagna. Jag har redan vid ett annat tillfälle lemnat en utförlig framställning af den principielt viktiga strid, som på 1840-talet i följd af Bonsdorffs uppträdande utkämpades på rättsmedicinens gebit i vårt land [39]).

Såsom adjungerad ledamot i kollegium medicum sedan 1841 ålåg det Bonsdorff såsom den yngste att afgifva yttrande i medikolegala mål. Han fann snart att den tillämpning af lethalitetsgraderna, som kollegium följde, ledde därtill att en mängd fall, där han ansåg döden varit en omedelbar följd

af våldet, förklarades vara tillfälligtvis dödande. Genom sina „*Kritiska anmärkningar rörande dödande læsioners indelning i medico-forensiskt hänseende*“ (1845) utkastade Bonsdorff stridshandsken mot de herskande åsigterna. I denna uppsats bekämpade han den dittills rådande vanan att från teoretisk synpunkt bedöma enskilda medikolegala fall och inpassa dem i en förut bestämd gruppering af dödande læsioner i vissa lethalitetsgrader. Då Bonsdorff till utredning af hvart konseqvenserna af en sådan teoretisk indelning nödvändigt måste leda läkaren vid affattandet af hans rättsmedicinska utlåtanden icke kunde underlåta att nämare belysa några kort förut i kollegium behandlade rättsfall, väckte denna granskning ond blod hos dem, som däraf kände sig träffade. Provinsialläkaren dr Granlund i Tavastehus, som äfven afgifvit medikolegala intyg, hvilka icke kunde bestå inför en omsorgsfull granskning, uppträdde med en skarp recension af Bonsdorffs kritiska anmärkningar. Enär också A. T. Wistrand samtidigt i Sverige begynt uppvisa den dittills gällande skefva och vilseledande riktning, som småningom gjort sig gällande i läkares bedömande af kroppsskador, trodde sig Granlund kunna sammanfatta sitt omdöme om Bonsdorffs uppsats i dessa enligt hans mening dräpande uttryck: „Ett facsimile af den Wistrandska diamanten glittrar med sitt förvillande sken på den finska litterära vikingens bröst och ifrån hans dictatorsläppar ljuda endast orden: discrediterat helt enkelt rättsmedicinen.“ Bonsdorff lät svar följa på tal och Granlunds recension blef föremål för ett genmäle, hvilket icke saknar sin skärpa [40]).

Sedan striden sålunda börjat och indragits på ett område, som tillhörde kollegii medici verksamhet, ansågo så väl Nils Abraham Ursin, som Carl Daniel von Haartman sig skyldige att försvara de åsigter, som ledt dem vid bedömandet af de till kollegii utlåtande hänskjutna rättsmedicinska målen. I sina „*Reflexioner vid frågan om dödande læsioners lethalitetsgrader*“ [41]) försvarar Ursin indelningen af dessa grader och anser dödande læsioner lämpligen kunna skiljas i absolut lethala och accidentela, de förra i „allmänt absolut lethala och i individuelt absolut lethala læsioner“. Von Haartman däremot vill i sin „*Vederläggning af den tolkning man i sednare tider försökt gifva Missgerningsbalkens* 39 cap. 2 §“ [42]), framställa sin uppfattning af hvad lagen kallar „läkarens vårdslöshet och annat ofall“, hvarmed han anser böra förstås så väl saknad läkarehjälp i allmänhet, som alla andra tillstötande omständigheter, hvilka mer eller mindre direkt kunna bidraga därtill, att en læsion, som möjligen kunnat läkas, likväl medför döden och uttalar sig för bibehållandet af den gamla indelningen af ovilkorligt och tillfälligt dödande læsioner. Svaret

härpå lät icke länge vänta på sig. Snart framträdde Bonsdorffs „*Undersökning, huruvida läkaren genom legal section kan utreda, om den döde blifvit mördad eller dräpen och af sådan anledning gagna domaren genom dödande læsioners indelning i absolut eller tillfälligt dödande* (1846), hvaruti han meddelar intressanta utdrag ur Calonius' föreläsningar öfver „jurisprudentia criminalis", i hvilka denne rättslärde uttalar åsigter, fullständigt lika dem, hvilka Bonsdorff ansett böra tillämpas vid tolkningen af 1734 års lag. Hans sysselsättning med den omtvistade rättsfrågan förde honom sedan längre in på rättshistoriens område och resultatet af dessa studier var ett „*Försök att med ledning af de svenska landsskapslagarne utreda den forensiska medicinens historiska utveckling och förhållande till 1734 års lag*" (1849). Derefter ansåg sig d. v. sekreteraren i medicinalstyrelsen dr Oskar Dahl förbunden att blanda sig i tvisten och lemna „*Bidrag till utredningen af några medico-juridiska frågor*, äfvensom senare „*Nya bidrag till utredningen af några medico-juridiska frågor*" [43]). Bonsdorff underkastade hvardera af dessa skrifter kritik och vederlade med logisk skärpa sin motståndares teoretiska deduktioner [44]). Betecknande för tidens ännu traditionelt akademiska karakter och hans lynne var Bonsdorffs yttrande, att han „uppfordrad af kärlek till sanningen erbjuder dr Dahl, och utan undantag, hvar och en af dem, som redan uppträdt såsom mina motståndare eller ärnat framdeles uppträda, att muntligen, i form af en offentlig disputationsakt, fortsätta och om möjligt sluta tvisten. Hvar och när som helst, blott jag härom underrättas några dagar förut, skall jag vara tillreds, att offentligen försvara de satser, som blifvit i mina afhandlingar framställda, och får tillika förklara, att jag icke skall tröttna, om ock disputationen skulle fortfara huru länge som helst. Således *in arenam descendite, paratus sum*" [45]). En inbjudning, som Bonsdorff några år senare ännu en gång upprepade [46]).

Denna i Finland förda strid var föremål för mycken uppmärksamhet i Sverige och följdes med stort intresse af dem, som nitälskade för en sund uppfattning af rättsmedicinens förhållande till lagstiftningen. Den klarhet, som på detta område numera vunnits, gjorde slut på det subjektiva, mer eller mindre godtyckliga förfarandet vid läkareattesternas affattande och befriade den samvetsgranne läkaren från bekymret att för sitt utlåtande nödgas söka stöd i annat än det sakförhållande, som den medicinska undersökningen ådagalagt. Förordningen af den $^{25}/_{11}$ 1866 gaf den nya tolkningen lagens helgd.

Efter att den nya förordningen trädt i dagen, sökte J. A. Estlander i en uppsats om „*Den medikolegala indelningen af kroppsskador, med särskildt afseende å det i svenska och finska lagen förekommande uttrycket, lifsfarlig sjukdom*" [47]), förfäkta den grundsatsen, att lifsfaran är en statistisk egenskap hos

en grupp af enskilda fall af kroppsskador. Härigenom förflyttades ånyo det rättsmedicinska bedömandet af en kroppsskada på möjlighetens och sannolikhetens osäkra grund det, gjordes beroende af andra omständigheter, än dem, som förelågo i själfva det föreliggande fallet. Åter uppträdde Bonsdorff och utredde i en särskild „*Undersökning om en rättsmedicinsk indelning af kroppsskador äger praktisk tillämpning vid lagskipningen*“ (1873), att denna hypotes kunde hafva något värde från kirurgisk-statistisk synpunkt, men var fullkomligt vilseledande från rättsmedicinsk. Sedan J. A. Florin och G. Ehrström granskat frågans juridiska innebörd, upptogs den bland juridiska föreningens förhandlingar och gaf anledning till en vidlyftig diskussion, hvaruti både läkare och jurister deltogo, hvars resultat likväl utmynnade däri, att förslagsställaren blef ensam om sin mening.

I anledning af en obduktion blef Bonsdorff invecklad i en personlig rättsmedicinsk tvist, hvartill en på sin tid mycket omtalad händelse vid 1:sta finska sjöekipaget gaf anledning. En drucken och oregerlig matros hade, efter det en kafvel lagts i hans mun, plötsligen dött. Den anställda liköppningen ansågs vara ofullständigt utförd och Bonsdorff blef af medicinalstyrelsen förordnad att verkställa den ånyo. Bonsdorff förklarade på uppgifna grunder att matrosen aflidit i följd af qväfning, framkallad af den i hans mun intryckta kafveln, en åsigt, som godkändes af kollegium medicum. E. o. prof. Julius Szymanovski, som tillhandagått den dåvarande öfverläkaren vid sjöekipaget med råd och upplysningar, uppträdde nu med en skild broschyr i anledning af detta fall under titel „*Der Tod durch Erstickung vermittelst eines Knebels aut durch Branntwein (ein Alkoholunglück). Eine Skizze aus der gerichtärzlichen Praxis im Lichte chirurgischen Erfahrungen*“ (1861). I denna skrift trodde sig Szymanovski kunna uttala att den ifrågavarande matrosens död med största sannolikhet kommit till stånd genom omåttligt bruk af bränvin och att en kafvel, anbragt i munnen, icke kan framkalla qväfningsdöd. Bonsdorff å sin sida utgaf en motskrift „*Munkafveln betraktad från rättsmedicinsk synpunkt* (1861), hvaruti han punkt för punkt vederlägger Szymanovskis påstående och vill bevisa att tungan genom den starkt bakåt tilldragna kafveln tryckts bakåt emot tungroten, emot epiglottis och liktidigt emot det starkt svullna gomseglet, hvarigenom luftens tillträde genom rima glottidis och dess inträngande genom choanæ narium var förhindradt [48]). Skriften är icke öfverallt affattad med det lugn, som en vetenskaplig stridsfråga kräfver. Szymanovski utfärdade nu en motförklaring i „*Freiwillige Erklärung dem Verfasser der „abgezwungenen Antwort“. Auch eine Betrachtung vom Standpunkte d. gerichtlichen Medicin*“ (1861) med en bilaga, innehållande obduktionsprotokollen i

tysk öfversättning, jämte kollegii medici utlåtande. I denna under lynnets uppbrusning skrifna förklaring tillät Szymanovski sig en mängd opassande uttryck. Striden blef nu öfverförd till tidningspressens område [49]).

Denna oförutsedda strid satte Lars Henrik Törnroth, dåvarande generaldirektör för medicinalverket, i en brydsam ställning, emedan man kände det intima förhållande, hvaruti Szymanovski stod till d. v. generalguvernören grefve Berg, genom hvars åtgärd Szymanovski utan fakultetens och konsistorii vetskap blifvit kallad till e. o. prof. i medicinska fakulteten, för att, såsom man antog, dit öfverföra vissa traditioner från östersjöprovinserna. Grefve Berg, som redan länge med missnöje funnit att medicine studerandene underlåtit att taga någon notis om Szymanovski och aldrig infunno sig vid hans föreläsningar, dem han sedan hösten 1858 intimerade, blef mycket uppbragt däröfver att den inom medicinska kretsar diskuterade rättsmedicinska frågan sökte sig väg till offentligheten i tidningspressen, hvaraf grefven i öfrigt icke var någon vän. Censorn tillät icke heller införandet af Bonsdorffs svar eller uppsats i Helsingfors Tidningar på annat vilkor, än att kollegium medicum godkände densamma. Ehuru hvarje legitimerad finsk läkare enligt censurförordningen af den $^{14}/_{10}$ 1829 var berättigad att, utan föregående kollegii granskning fritt uttala sig i alla medicinska ämnen, sammankallade likväl Törnroth kollegium medicum, för att, under åberopande af k. brefvet af den $^{10}/_{1}$ 1847 låta detsamma i sin helhet censurera den ifrågavarande tidningsartikeln och gifva den sitt „imprimatur“, en episod, som så mycket djupare fäste sig i mitt minne, som det var första och enda gången jag för min del deltagit i ett sådant ärende. Slutakten i detta medikolegala mål var, att Bonsdorff lät instämma sin vederpart för ärekränkning till rådstugurätten i Helsingfors och där möttes de under hösten 1861 med dessa Bonsdorffs ord „So weit sind wir jetzt gekommen.“ I följd af Szymanovskis kort derpå inträffade öfverflyttning till Ryssland afbröts ärendets vidare behandling.

Mot slutet af sin lefnad uppträdde Bonsdorff äfven som författare i jordbrukslära. Hans mångåriga sysselsättning med praktiskt jordbruk, de misstag, hvilka han fann sig därvid hafva begått, och hans lefvande öfvertygelse därom att detsamma ytterst bör stödja sig på naturvetenskapens resultat, manade honom att för sina landsmän framlägga resultaten af sin ofta dyrköpta erfarenhet. Sedan han i sin ungdom inköpt sin aflidne svärfaders egendom Koskis eller Eriksbergs gård i Muurla kapell af Uskela socken, utvidgade

Bonsdorff den odlade jordarealen genom anläggning af utgårdar, införde med aldrig tröttnande förhoppningar nya metoder och den ena förbättringen efter den andra i jordens bruk samt bar med förtröstansfullt mod alla de betydliga ekonomiska uppoffringar han för genomdrifvandet af sina idéer och sin plan till egendomens omgestaltning måste underkasta sig. Han vann ock slutligen sitt mål och genom hans ihärdiga verksamhet blef densamma en verklig mönsterfarm för den omgifvande trakten.

Ett vaket intresse för jordbruksvetenskapen och en innerlig kärlek till landets modernäring uttalar sig i alla de Bonsdorffs afhandlingar, i hvilka han varmt vill på landtbrukarenes hjärtan lägga att de endast genom „kunskap, ihärdighet och flit" kunna finna de rätta vilkoren för sin verksamhet. Det kan icke här blifva fråga om att närmare ingå på dessa Bonsdorffs arbeten, så mycket äfven de bära vittne om hans mångsidighet och hans rastlösa nit att gagna sitt land i en af dess allmännaste och viktigaste angelägenheter.

Hans första hithörande skrift „*Försök att utreda orsakerna till missväxten i Finland och de medel, genom hvilka denna kan förekommas och lättast uthärdas*" (1870) framkallades närmast af Finska Hushållningssällskapets offentliga uppmaning att belysa detta ämne. Hushållningssällskapet gillade väl icke i allo författarens „praktiska tillämpning" af de naturvetenskapliga grunder afhandlingen innehöll, men bekostade dock till en del dess tryckning, ehuru författaren icke kunde uppfylla sällskapets önskan att afhandlingen, förrän den offentliggjordes, skulle blifva i vissa delar omarbetad. Skriften betonar bland de viktigaste orsakerna till jordens ringa afkastning införandet af ett för extensivt jordbruk, användandet af bolåkrar till höskörd och rågsåddens öfverflyttning till nyodlad jord, tegdikenas igenläggning m. m. Bland andra förslag till missväxternas förekommande i landet föreslås en allvarlig undervisning i naturvetenskaperna, anställande af länsagronomer i hvarje län, indragning af alla lägre jordbruksskolor i landet och deras ombildning till mönstergårdar, ju flere desto bättre, framför allt i de delar af landet, där för jordbruket nitälskande personer icke finnas bosatte m. m.

Bonsdorffs i finska vetenskapssocietetens bidrag 1871 införda afhandling „*Fysiken, tillämpad på det rationella jordbruket i Finland*" innehåller en i vetenskaplig metodisk ordning utförd betraktelse öfver jordarternas och vattnets fysikaliska förhållanden med afseende på jordens odling. I societetens bidrag förekomma af honom ytterligare tre till en del agrikulturkemiska afhandlingar:

a) „*Undersökning om åkerjordens drainering under alla lokala förhållanden i Finland är rationel*" (1870). I en jämförelse mellan metoden att af-

lägsna vatten från den odlade jorden genom öppna eller täckta diken kommer Bonsdorff till det resultat att allt efter jordens fysiska beskaffenhet antingen tegdiken ensamt äro tillräckliga att torrlägga jorden eller böra därjämte täckta diken användas. I själfva frågan om åkerjordens drainering kommer han till det resultat att, i händelse matjordslagret hvilar på en likartad plastisk lerart, draineringen är irrationel, men att densamma, då stagnerande hydrostatiskt vatten uppstiger från alfven till matjordslagret och icke kan genom öppna diken aflägsnas, är rationel.

b) „*Jordlösningen och dess cirkulation i den odlade jorden*“ (1887). Därmed förstår Bonsdorff det i den odlade jorden förekommande vatten, som innehåller äfven sådana af den odlade jordens beståndsdelar, hvilka äro lösliga. Han kallar denna jordlösning vegetationsvatten eller vexternas näringsvätska, som har samma vikt för möjligheten af växtens lif, som blodcirkulationen för djuret.

c) „*Om vigten af de organiska beståndsdelarna i den odlade jorden*“ (1887). Bonsdorff bekämpar i denna uppsats ensidigheten af Liebigs framställning och uppfattning om de mineraliska växtnärande ämnenas företräde framför de organiska ämnena i och för växternas utveckling i den odlade jorden. Han anser att den af Mulder så kallade humusjorden med sina organiska syror är det medel, hvarigenom de mineraliska växtnärande ämnena, hvilka jorden innehåller, verkligen upplösas. De mineraliska gödningsämnena kunna nämligen icke lösas endast i vatten, utan i kolsyra och vatten eller sådana organiska syror, hvilka äro de sista produkterna af de organiska ämnenas sönderdelning i jorden.

Äfven genom tidningsuppsatser, införda i tidskrifter och landsortsblad, sökte Bonsdorff fästa landtbrukarenes uppmärksamhet vid de viktigaste vilkoren för landthushållningens utveckling [50]).

Vi omnämnde redan att Bonsdorff i sin ungdom hyste varmt intresse för naturalhistorien och att han just med hänsyn därtill valde medicinens eller egentligen anatomins studium såsom en förberedelse till vetenskaplig zoologisk forskning. En gång inne på den medicinska vetenskapens stråkväg och intagen af den praktiska läkekonstens, isynnerhet för nybörjaren mäktiga, tjusning, kunde han icke följa sin ungdomsböjelse, utan egnade sig åt ett odeladt uppfyllande af sina närmaste pligter. Han förblef dock länge den förnämste bland de få, som vid seklets midt hos oss ägde kunskaper i naturalhistoria eller åt-

minstone förutsättningar därtill. Bonsdorff kallades både 1848 och 1867 af filosofiska fakulteten att bedöma de för professionen i zoologi utgifna specimina, hvilka begge på sin tid väckte så mycken uppmärksamhet och med lifligt intresse följdes af allmänheten. Det senare uppdraget beredde honom dock många obehag och utsatte honom för mångfaldiga angrepp.

Af Bonsdorffs hand äga vi äfven afhandlingar i naturalhistoria. Vid den totala solförmörkelse, som inträffade hos oss den $^{28}/_{7}$ 1851, anställde han naturalhistoriska observationer öfver förhållandet med växter och djur vid detta tillfälle. Det hade onekligen sitt intresse att se, huru en mängd blommor vid den oväntade skymningens inbrott slöto sina kalkar och djuren beredde sig till hvila. När solförmörkelsen var förbi, öppnade sig blommorna ånyo och insekterna återtogo sin rörelse och vanliga sysselsättning.

I vetenskapssocietetens i Upsala årskrift 1860 införde Bonsdorff en „*Undersökning om den af prof. Nilsson antagna dubbla klofällningen hos Riporna i verkligheten förekommer*". Bonsdorff anser klonas olika form hos riporna om sommaren kunna förklaras därigenom att de starkt afnötas på hård stenbunden mark under sökandet efter föda åt de späda ungarna, medan denna afnötning är obetydlig hos de individer, hvilka uppehålla sig å mjuka mossbelupna ängar. Vid genomskärning finner man aldrig en annan nagel under den yttre, om man genomskär sommarklon om hösten eller vinterklon om våren, hvilket nödvändigt måste vara fallet, om en sådan dubbel klofällning skulle äga rum. Bonsdorff meddelar tillika iakttagelser öfver hjorthornens byggnad och sätt att växa, som förklarar deras periodiska fällning. Han bestrider därför i följd af klons byggnad hos fåglarna en sådan fysiologisk klofällning hos dalripan eller hönsfåglar i allmänhet, som skulle kunna jämföras med den årliga fjäderfällningen, hvilken är gemensam för alla fåglar. Det ombyte af klo, som äger rum, är af mekanisk eller patologisk art[51]). Detta Bonsdorffs uttalande motsades af Meves, Malmgren och Nilsson[52]) men Bonsdorff vidhöll sin åsigt och utvecklade den ytterligare i „*Några ord om den observerade periodiska klofällningen hos Riporna och arter af slägtet Tetrao*"[53]).

Sitt viktigaste bidrag till naturalhistorien utgaf Bonsdorff i ett tyvärr ofullbordadt arbete öfver „*Finlands tvåvingade insekter (Diptera) förtecknade och i korthet beskrifne*" (1861—1866). I det föregående är redan anfördt att Bonsdorff i sin ungdom sysselsatte sig med entomologi och ifrigt samlade insekter, isynnerhet koleoptera. Under sina medicinska studier synes han likväl hafva helt och hållet lemnat entomologin åsido, men under vistelsen i Stockholm 1838—1839 blef hans intresse för diptera väckt genom prof. P. F. Wahl-

berg och han plägade derefter under somrarna sysselsätta sig med deras insamling [54]). Efter att hafva ordnat sin samling sände Bonsdorff den till granskning af den kände dipterologen prof. J. W. Zetterstedt i Lund. Han skref härom den $^{25}/_{5}$ 1856:

„Jag har för denna uppställning i tre års tid användt den tid jag spart in genom försummade uppvaktningar, som pläga göras in corpore vid kejserliga högtidsdagar hos generalguvernören och försummade consistorii sammanträden. Alla sådana dagar har jag användt förmiddagarna till uppställning af mina Diptera och jag måste (säga) att det skänkt mig en särskild njutning att se denna frukt af min möda använd på en tid, som jag icke tagit från de göromål, som egentligen tillhöra mig som embetsman."

Uppställningen af diptersamlingen var för Bonsdorff ett rekreationsmedel, då han hvilade från annat arbete och därför skref han ånyo:

„Sysselsättningen med diptera intresserar mig särdeles och då jag blir sådan att handen nekar mig sin tjenst för utförande af anatomiska dissectioner skall sysselsättningen härmed blifva min glädje i lifvet. Menniskor finnas här, som anse mig halftokig, emedan jag begynt fuska äfven med diptera. Må så vara. Men jag finner i denna verksamhet en trefnad, att jag icke vill byta lott med någon" [55]).

Vid ordnandet af sin diptersamling biträddes Bonsdorff särskildt af sin systerson J. A. Palmén, utan hvars biträde, såsom han skref, den icke blifvit uppställd.

Efter skedd granskning återsände Zetterstedt samlingen och riktade den med svenska typer, hvarigenom den vann ett ökadt värde [56]). Äfven P. F. Wahlberg ökade den med sällsynta arter. Bonsdorff öfverlemnade nu sin samling till universitetet med bibehållen rätt att fortfarande öka och ordna densamma. Den bestod då af 776 finska arter i 2,667 exemplar och 711 svenska arter i 1,330 exemplar eller tillsammans 1,487 arter i 3,997 exemplar [57]).

Första delen af ofvannämnda arbete omfattar ordningen Polychoeta, upptagande 97 slägten och omkring 500 arter, den andra delen ordningen Dichoeta med 48 slägten och nära 600 arter. De återstående familjerna och slägtena af Dichoeta hoppades Bonsdorff kunna behandla i en tredje del, men som icke utkommit. Tachinia Bonsdorffii blef uppkallad till hans minne af Zetterstedt.

Vi hafva nu hunnit till det storartade minne Bonsdorff efterlemnat i det s k. Bonsdorffska museum, hvilket på ett gripande sätt talar om hvad hängifvenhet, fast vilja, arbete och uppoffring kunna åstadkomma. I det föregående är redan nämndt att Bonsdorff, när han öfvertog undervisningen i anatomi och fysiologi, började med anläggningen af en för densamma nödig, dittills saknad preparatsamling. Hans vistelse i Stockholm väckte hos honom tanken på att bilda ett komparativt-anatomiskt museum och det var åt utförandet af denna älsklingsplan, som han med sitt lynnes sällsynta energi och uthållighet egnade sitt lifs intresse och möda. För vinnande af material till sitt museum ställde han sig i förbindelse med in- och utländska naturforskare, af hvilka han dels på anatomiska fondens bekostnad, dels med egna medel köpte och tillbytte sig naturalier, för att efter preparering och konservering uppställas i samlingen, Den första anmälan härom i konsistorium träffar man 1845, då underrättelse ankom, att Georg Wallin afsändt från Egypten till Odessa en mängd naturalier, bestämda för universitetets komparativt-anatomiska museum. Denna sändning innehöll bland annat fiskar från Nilen, hvilka här preparerade eller skeletterade blefvo i Bonsdorffs hand ett värdefullt bytesmedel för inledande af förbindelser med utländske forskare. Likaså erhöll han genom pastor Uno Cygnæus för samma ändamål sällsynta arter af däggdjur, fågelskinn, skeletter och kranier från Sitka samt genom amiral Etholén en mängd naturföremål från Aleutiska öarne m. m. Från And. Retzius, C. J. Sundevall i Stockholm, A. W. Malm i Göteborg, H. Schlegel och C. Temminck i Leyden, Dan. Fr. Eschricht och R. Ibsen i Köpenhamn m. fl. anlände under årens lopp talrika naturalster dels i följd af köp, dels genom utbyte. Bland dem, hvilka ihågkommo anatomiska museet med gåfvor må äfven nämnas Josef Hyrtl[58]). Hos naturalie handlandena J. G. Brandt i Hamburg och G. A. Frank i Amsterdam var Bonsdorff en trägen kund.

Ett värderadt bytesmedel var kranier. Finska och lappska kranier voro isynnerhet eftersökta. Bonsdorff stod i detta hänseende i förbindelse med A. Retzius, D. F. Eschricht, C. v. Baer, Samuel Georg Morton (Philadelphia), Joseph Barnard Davis (Shelton, Staffordshire) m. fl. Härom skref Retzius, när han öfversände Mortons bref, den $^{14}/_{11}$ 1850: „Sänd åt honom nationalkranier från Ost-Europa och Asien, såsom Finnar, Lappar, Samojeder och Slaver. Att uppfylla hans önskan, såsom han framställer den, anser jag omöjligt, men något kan göras och det är bättre än intet. Men han är omåttlig, liksom jag själf.“ De finska kranierna intresserade Retzius i hög grad. Han skref därom den $^{11}/_{10}$ 1850: Jag har sällan i min hela lefnad mottagit någon sändning, som gjort mig större glädje. Alla äro typiskt en-

förmiga. De kranier, som voro af finnar, voro nästan som stöpta i en form och alldeles lika den typ jag antagit vara den rätta finska, som jag aldrig sett från något annat land. De höra väl alla till de brachycephaliska, men hafva en särdeles klotrund, bred nacke, icke den 4-kantiga form, som flerfaldiga andra Tschuder och Slaver. Således af turansk race".

Bonsdorff riktade sitt museum icke blott med dessa köpta eller tillbytta naturföremål. Han förstorade detsamma med af honom själf förfärdigade preparater, hörande såväl till mennisko- som djurkroppen och lade själf handen vid prepareringen af de finare och svårare skeletter, hvilka nu äro en prydnad för museet. En del af dessa tidsödande arbeten verkställde Bonsdorff under sin sommarvistelse å Eriksbergs gård. Isynnerhet lade han sig vinn om att få den skandinaviska faunan i osteologiskt hänseende representerad. Till hjälp vid skeletteringen lyckades Bonsdorff inöfva ett sällsynt flitigt och dugligt biträde, Josef Hacklin, som han omfattade med en faders kärlek och hvars tidiga död i lungsot han djupt beklagade. Sällan torde man få se ett så godt, uppriktigt och innerligt förhållande emellan en öfver- och underordnad person, som den tiden rådde vid anatomiska inrättningen. En påtänkt resa till Göteborg för att, tillsammans med Hacklin, insamla och konservera där förekommande stora fiskarter, blef inställd till följd af dennes sjukdom. De talrika etiketterna i museets skelett- och fågelsamling bära vittne om hvad Hacklin uträttat för detsamma.

Utom sitt komparativt-anatomiska museum anlade Bonsdorff dessutom en dyrbar samling af finska fåglar och andra naturalster. Anledningen därtill var den att vid en diskussion mot slutet af 1840-talet i sällskapet pro flora et fauna fennica om lämpligaste uppställningssättet för en fågelsamling yttrades olika åsigter. Bonsdorff, som en tid varit sällskapets intendent, yrkade, jämte von Wright, att de borde uppställas i skåp och ordnas i grupper, hvarigenom de blefve lätt tillgängliga för jämförelse och undersökning, medan W. Nylander och en mängd yngre medlemmar ville förse hvarje fågel med skild låda. Då Bonsdorffs mening förföll, föreslog han att en täflan kunde fås tillstånd, han vore beredd att anordna en samling af finska fåglar på anatomiska museum och uppställa den efter sitt förslag. Nu vidtog ett intensivt arbete för att infria detta löfte. Till en början inköpte Bonsdorff för egna medel M. v. Wrights samling af 60 fåglar och dessutom af skyttar, fågelfängare m. fl. hvad de kunde sammanbringa. Bonsdorff flådde, Hacklin fyllde kroppen och v. Wright gaf fågeln den rätta ställningen. Denne utmärkte fågelkännare, som studerat fågellifvet i alla dess detaljer, hade förvärfvat sig en konstnärlig vana att uppställa dem och det var denna, sällsynta färdighet Bonsdorff

förstod att använda. Han gaf v. Wright enskildt 200 rub. banco ass. i månaden, 5 à 6 månader om året, fri middag samt gratis mjöl och gryn för hans hushåll. Hvarje dag började arbetet kl. 9, kaffe dracks kl. 1 och kl. 5—6 spisades middag. Långsam och obeslutsam till lynne hade Wright sina vanor. Han ville röka under arbetet och då Bonsdorff fann att Wright använde för mycken tid på skötandet af sin tobakspipa, öfvertog han själf bestyret därmed, stoppade och rensade piporna åt Wright, som nu lugnt och ostördt fick sitta vid sitt bord. Bägge voro de nära förbundne, oskiljaktige vänner, hängifna hvarandra och sitt gemensamma arbete.

Bonsdorff hade uppfyllt sitt löfte. Flora och Fauna sällskapet fann godt att förena sin fågelsamling med den nyanlagda och universitetet hade vunnit ett vacket finskt museum. Allt detta var möjligt endast genom den ovanliga arbetsförmåga Bonsdorff ägde. Han behöfde mycket kort natthvila och däraf begagnade han sig. Vanligen vakade han närmare midnatt och steg likväl tidigt upp. Jag bodde med min familj snedt emot hans våning vid Mariegatan och försökte en tid under mitt brådaste examensarbete att med honom täfla om hvilkendera senast om natten och tidigast om morgonen hade sina ljus tända. Länge höll jag för min del icke ut därmed. Bonsdorff hade den tiden, då han utöfvade medicinsk praktik, den vanan att tidigt om morgonen klockan sju börja med besök hos sina patienter. Husmödrarna i de familjer, där han var husläkare, måste rätta sig efter denna vana. Han iakttog den, för att kunna i god tid infinna sig på museet.

Till skildringen af den anatomiska och den därmed förenade fågelsamlingens historia torde äfven höra en erinran om dess bortflyttning från hufvudstaden vid det orientaliska krigets utbrott. På H. K. H. Kanslers befallning att vidtaga „de mått och steg, som för räddningen af universitetets inrättningar och samlingar vore af behofvet påkallade samt, om nödigt blefve, deras bortflyttning till annan säker ort“, blefvo särskilda försigtighetsmått iakttagna. Ägaren af Tavastkulla egendom i Tavastby af Helsinge socken samtyckte att på denna omkring 18 kilom. från Helsingfors aflägsna gård emottaga till förvaring i en tvåvåningsbyggnad universitetets samlingar. Dit fördes en del af den osteologiska och hela fågelsamlingen under våren 1854. Medan jag hade i uppdrag att först flytta den egentliga preparatsamlingen i en af de i universitetets grundvåning belägna korridorerna, hvars mot Alexandersgatan vettande dörr tillmurades, blefvo de mindre skeletterna och fågelsamlingen inpackade i lådor, hvilka, för att förekomma skakning, buros af därtill lejda personer under anförande af en broder till Bonsdorff. Det var strängt tillsagdt att det långa tåget skulle stanna så sällan som möjligt och alla häftiga stötar undvikas. Däröfver ägde

anföraren eller ledaren hålla uppsigt. Jämväl universitetets manuskript- och porträttsamlingar samt astronomiska instrumenter, äfvensom fysiska kabinettets och zoologiska musei dyrbaraste tillhörigheter skulle ditföras. De å Tavastkulla egendom förvarade samlingarna synas likväl följande år blifvit bortförda ännu längre. Bibliotekets sällsyntheter samt astronomiska och fysikaliska instrumentsamlingen skulle flyttas till Laukko i Vesilahti, den osteologiska, äfvensom delar af zoologiska museum transporterades till Uskela [59]). Under hösten 1856 ordnades anatomiska museum ånyo och Retzius skref den $^{11}/_{12}$ samma år: „jag gratulerar dig att åter upprätta ditt museum. Snart sagdt det enda, som nu mera intresserar mig, är ethnographiska skelett och craniisamlingen. Kan jag ej snart få något af dig igen, som jag redan har att tacka för så mycket.“

Samlingarna hade vuxit, men bristen i anatomiska fonden var permanent, ty utgifterna voro stora och anslaget litet. Det behöfdes Bonsdorffs fyndighet och uppoffringar för att icke stanna på halfva vägen. Med egna medel bidrog han t. ex till inköpet af skelettet af Balæna longimana från Eschricht [60]). (priset 500 riksbanksdaler), af Antilope picta, Bos bubalus (från Leyden) m. fl. Huru få en erbjuden Rhinoceros och en giraff? Förslaget därom är enastående i våra museers historia. De inlöstes nämligen enligt Bonsdorffs förslag på byggnadsfondens bekostnad [61]).

Till förstärkande af anatomiska fondens tillgångar uttänkte Bonsdorff, utom hvad han försträckte ur egna medel, flere olika utvägar. 1849 om vintern höll han populära föreläsningar i anatomi och fysiologi. Till afhörande af dessa föredrag, hvilka vidtogo den $^{7}/_{2}$ och fortforo under hela terminen par timmar i veckan, anmälde sig flere åhörare än anatomiska auditorium kunde inrymma. Inkomsten, utgörande 199 rubel silfver, öfverlemnade Bonsdorff åt konsistorium med förbehåll att dessa medel måtte användas företrädesvis för den inhemska ornitologiska samlingen, hvilken han öfverlemnade åt universitetet „med vilkor att densamma icke framdeles under någon förevändning må från sin nuvarande lokal i anatomiska museum flyttas till det zoologiska, alldenstund det är af högt vetenskapligt intresse att härigenom erbjuda tillfälle att i samma lokal studera så väl de yttre formerna, som skelettets bildning hos olika species af vertebrerade djur.“

Särskilda gånger bestred Bonsdorff prosektors göromålen under det tjensten stod ledig, men begärde att arfvodet därför skulle under tiden ingå i anatomiska fonden, för att användas till förstärkande af densamma [62]). Likaså förärade han 1851 tvenne värdefulla planschverk till anatomiska inrättningen med vilkor att bibliotheket skulle inköpa dem och lösen tillfalla anatomiska fonden.

När Bonsdorff den $^{8}/_{3}$ 1871 inlemnade sin afskedsansökning till konsistorium, bifogade han en förteckning på de samlingar, hvilka funnos uppställda i anatomiska museilokalen.

„1:o). Anatomiska preparatsamlingen innehåller 1109 preparater, dels torkade, dels förvarade i sprit, bland hvilka flera preparater af stort värde;

2:o). Osteologiska samlingen innehåller 952 fullständiga skelett, af hvilka 239 tillhöra däggdjur, 539 fåglar, 40 amfibier och 134 fiskar; . . . .

3:o). Finska fågelsamlingen innehåller 231 arter, representerade genom 1,031 exemplar i olika drägter och från särskilda lokaler;

4:o). Samlingen af finska fågelägg innehåller 164 arter i 1,427 exemplar från olika häckningsplatser i landet;

5:o). Samlingen af finska fågelbon innehåller 40 arter i 62 exemplar från olika delar af landet;

4:o). Finska diptersamlingen innehåller 1,933 arter, representerade genom omkring 12,000 exemplar, alla försedda med bestämd lokal, hvarest de blifvit funna, och med gifvarens namn, hvarutom finnas omkring 11,000 flugor, insamlade på olika orter inom Finland, men ännu icke examinerade.

7:o). Samlingen af uppstoppade fiskar innehåller 39 exemplar, hvilka blifvit uppstoppade för att användas till utbyte mot konserverade skeletter af sådana arter, som icke finnas i samlingen representerade“ [63]).

I vår nationalitets- och språkfråga kom Bonsdorff icke till klarhet. Uppfostrad på en tid, då undervisnings- och förvaltningsspråket i vårt land ännu var uteslutande svenskt, kunde han icke fatta den rörelse, som från seklets midt sträfvade att göra äfven den finsktalande befolkningens stora flertal delaktig af de förmåner bildning, kunskap och ett ordnadt rättsväsende medför. Han såg i detta sträfvande en orättvisa mot den gångna tiden, som gifvit ståndspersons- och embetsmannaklassen i landet dess herskande ställning. Först då, när den finska befolkningen hunnit höja sig till jämnhöjd med den för handen varande bildningsnivån, kunde de öfverklagade missförhållandena afhjälpas. Några särskilda åtgärder för vinnande af detta mål vore icke påkallade. Behofvet skulle utfinna medel och utvägar därtill [64]).

Vid uppkommen fråga om nödvändigheten att äfven blifvande läkare borde, liksom andra civila embetsmän, ådagalägga insigt i finska språket, medgaf Bonsdorff väl att kunskap i detta språk vore nödvändig för den, som skall såsom läkare verka bland den finsktalande befolkningen, men att „behofvet

af denna kännedom och icke betyg däröfver är den rätta mätaren af nödvändigheten att förvärfva sig kännedom af ifrågavarande språk, ty denna kännedom är oskiljaktigt förenad med läkarens pligt och intresse.“ Han sade sig icke kunna tänka sig „möjligheten däraf, att en läkare, fullkomligt obekant med det finska språket, skulle ansöka en medicinsk tjenst, hvilken var förenad med verksamhet inom en finsktalande befolkning, ty sådant är fullkomligt stridande emot hans eget intresse“ [65]). Hvad en mångårig erfarenhet från äldre och nyare tid gifvit vid handen, erinrade sig icke Bonsdorff. För denna sin ståndpunkt skapade han namnet fennofili [66]).

Sin första vetenskapliga resa efter afslutade studier företog Bonsdorff 1842 till Sverige och Danmark. Till understöd för densamma hade kanslern, tronföljaren beviljat honom ett anslag af 230 rubel silfver ur besparingarna i litterära understödsfonden.

Bonsdorffs afsigt var att därjämte bivista det under sommaren infallande Skandinaviska naturforskaremötet i Stockholm, hvartill han blifvit särskildt inbjuden, såsom framgår ur ett af And. Retzius tidigare på våren skrifvet bref:

„Hade jag ej varit dålig i ögonen under ett par veckors tid, så hade jag längesedan haft äran besvara senaste skrifvelsen. Det är med innerligaste fägnad jag från alla håll erfar att Herr Professorn gör epok i sin vetenskap för det Universitet han tillhör — att han der så till sägandes infört vetenskapen, ty det är endast [genom] ett sådant nit, som det Herr Professorn redan ådagalagt, som en så mödosam vetenskap kan gå främst [framåt]. Så mycket mera fägnar det mig också att få träffa Herr Professorn i sommar och begagnar tillfället att ex officio invitera till naturforskaremöte härstädes nästkommande 9 juli. Tag då med allt hvad vackert i den comparativa neurologien Professorn utarbetat.“

Genom sin makas kort därefter inträffade sjukdom och död blef Bonsdorff likväl tvungen att uppskjuta sin resa till slutet af sommaren. Efter erhållen tjenstledighet återkom han från utlandet omkring den 1 november samma år. Det var under denna resa, som han studerade den stora osteologiska samlingen i Köpenhamn och inledde den bekantskap med Eschricht, Ibsen m. fl., som sedan i så väsentlig mån bidrog att föröka hans eget museum.

Innan de med anatomiska museum förbundna samlingarna voro påtänkta, ännu mindre påbörjade, synes Bonsdorffs ungdomshåg för naturalhistorien väckt hos honom en liflig önskan att företaga en tvåårig forskningsfärd i naturhistoriskt syfte till Sibirien, Kina och Japan. Närmare detaljer om denna plan äro likväl icke kända. Ett bref af grefve Alex. Armfelt af den $^{30}/_{12}$ 1843 upplyser mellertid, att Bonsdorff vändt sig till honom med anhållan om understöd för utförandet af denna resa, i hvilken äfven v. Wright skulle del-

taga. Äfven synes han hafva meddelat sin afsigt både åt And. Retzius och Eschricht. Bägge gladde sig åt denna resa och hoppades däraf rika frukter[67]). Hvarför denna resa likväl blef inställd, kan icke heller utredas, ty grefve Armfelt var villig att utverka därför nödigt understöd. Om denna resa kommit till stånd, hade den säkert blifvit af stor betydelse för Bonsdorffs framtid. Sannolikt hade han då öfvergifvit medicinen och helt och hållet hängifvit sig åt naturalhistoriens studium.

Några år senare anträdde Bonsdorff från hösten 1852 till vårsommaren följande år en vetenskaplig studieresa till Danmark, Holland, England och Tyskland och erhöll därtill ett understöd af 1,000 rubel silfver jämte tjenstledighet under ett år. Under denna resa inledde han bekantskap bland annat med P. C. Donders, J. L. C. Schröder van der Kolk, J. van Deen, C. Temminck, Rich. Owen, A. Kölliker, Rud. Virchow m. fl. och underhöll sedermera äfven brefvexling med dem, hvilka deltogo i utbytet af djurskelett och andra naturalier. Under återresan uppehöll sig Bonsdorff längre tid i Göteborg och dess omnejd, för att samla och konservera fiskar[68]). — Några längre resor företog Bonsdorff icke vidare. Endast Sverige besökte han någongång, såsom jag vill minnas, under somrarna 1851, 1857, 1858 och 1863, då han tillika bivistade naturforskaremötet i Stockholm.

Bonsdorff blef kallad till medlem af flere vetenskapliga samfund, såsom af Sällskapet pro flora et fauna fennica (dess hedersledamot 1896), Finska läkaresällskapet (dess ordförande 1860—1866, hedersledamot 1887), Svenska trädgårdsföreningen 1838, Finska vetenskapssocieteten den $^{3}/_{4}$ 1843 (dess ordförande 1854—1855), Svenska läkaresällskapet den $^{19}/_{3}$ 1844, Deutscher Verein für Heilwissenschaft 1846, Wissenschaftlicher Verein im Hamburg 1852, korresponderande ledamot af Vetenskapssocieteten i Upsala 1855 och ordinarie ledamot 1856, hedersledamot af het koninkliik zoologisch Genootschaap Natura artis magistra i Amsterdam 1855, Verein Badischer Aerzte zur Förderung d. Staatsarzneikunde 1855, Norska läkaresällskapet 1858, hedersledamot af Vetenskaps- och Vitterhetssamhället i Göteborg $^{12}/_{5}$ 1859, Anthropological society of London $^{29}/_{5}$ 1860, Svenska vetenskapsakademin $^{15}/_{4}$ 1863, Fysiografiska sällskapet i Lund 1866 och Naturforskningens vänner i Moskva 1868.

Den 21 september 1837 hade Bonsdorff ingått äktenskap med Vendla Ottiliana von Willebrand, dotter till ägaren af Eriksbergs egendom i Muurla kapell, majoren Erik Johan von Willebrand och hans senare fru Kristina Charlotta Henrietta Ivendorff. Efter ett lyckligt kort äktenskap gick hon bort ur tiden den $^{5}/_{7}$ 1842, efterlemnande sin unge make ensam i lifvet med tre små barn. Djupt gripen af hennes bortgång sökte

han ersättning för sin saknad i den vederqvickelse och tröst ett träget arbete skänker. Anatomiska museet blef, såsom han själf yttrade, hans andra hustru. Han fick till glädje för sitt fadershjärta se sina barn fullvuxna, gifvande rika löften för framtiden och omhuldande honom i hemmets stillhet. Dock hade han sorgen att tidigt förlora sin ende son, Erik Johan Emil, som, känd såsom skicklig och omtyckt läkare, dog i blomman af sin ålder 1887. Döttrarna Vendla Helena Vilhelmina, numera enka efter senatorn Jakob Viktor Vasastjerna, och Rosina Charlotta stodo sörjande qvar vid sin faders dödsbädd.

Långt före den ålder författningarna bestämma för Universitetslärarenes afsked, tänkte Bonsdorff på att afsäga sig sin akademiska tjenst. Redan 1857 skref han till mig, som då vistades utrikes för studier, att han ämnade taga afsked efter ett år, för att jag måtte hinna bereda mig för hans profession. Därvid förblef det dock, men 1859 om hösten, då lärostolen i kirurgisk klinik besattes, fann sig Bonsdorff, förnärmad däraf att konsistorium förklarade honom, såsom svåger med prof. K. F. von Willebrand, vara jäfvig att deltaga i fakultetens sammanträden rörande frågan om de för professionen utgifna specimina, föranlåten att begära afsked. Han skref sin ansökan därom färdig och var i beråd att inlemna den. Därförinnan gaf han likväl sin renskrifna och redan karterade ansökan till påseende åt sin svåger, prof. Joh. Ph. Palmén. Denne lugnade Bonsdorff och afskedsskriften stannade i hans ego [69]). — Först den $^{8}/_{3}$ 1871 ansökte Bonsdorff om afsked från sin innehafvande profession, hvilket äfven beviljades den $^{27}/_{4}$ och tilldelades honom därvid statsråds namn och värdighet, hvarvid för fullständighetens skull må här nämnas att Bonsdorff redan förut 1859 erhållit arkiaters titel och 1863 Stanislai ordens andra klass med k. krona. Samtidigt med afskedsbrefvet fick konsistorium den $^{16}/_{5}$ 1871 emottaga en skrifvelse därom, att „Universitetets höge kansler med afseende å det outtröttliga nit och den ovanliga ihärdighet, som af professorn statsrådet Evert Julius Bonsdorff i egenskap af föreståndare för anatomiska theatern och samlingen af anatomiska preparater vid Alexanders Universitetet blifvit ådagalagde vid anskaffandet och ordnandet af de storartade naturhistoriska samlingar, som tillhöra universitetets anatomiska museum, funnit godt förordna att sagda samlingar, till hågkomst af statsrådet Bonsdorffs förtjenster om desamma, skola för framtiden bära namn efter honom, samt hållas uppställda och ordnade skildt från öfriga samlingar, som nu tillhöra eller framdeles kunna tillfalla bemälde museum.“ — Den Bonsdorff tillhöriga, i anatomiska institutionen uppställda boksamlingen inköptes för universitetets räkning [70]).

Bonsdorff bosatte sig nu helt och hållet på sin egendom Eriksberg, som han genom ihärdigt arbete och betydliga kostnader bragt till en ovanlig grad af odling och hvarest han äfven anlagt en större fruktträdgård. I landtlifvets lugn tillbragte han där sin återstående lefnad, vårdad af sin yngsta hemmavarande dotter, åt hvilken han småningom lemnade omsorgen om egendomens skötsel. Under somrarna samlade sig hans barn och barnabarn i det gamla kära hemmet, där en särskild byggnad blifvit uppförd till deras emottagande. Sin höga ålder oaktadt nekade han icke att ännu som läkare bistå hjälpbehöfvande och de omkringliggande socknarnes sjuka togo icke sällan sin tillflykt till den gamle, vänlige arkiatern. Bonsdorff var en ömhjärtad och välvillig husbonde. Ett sällsynt godt förhållande rådde emellan honom och hans underhafvande. Bland dem finnas familjer, hvilka redan i par leder stått i gårdens tjenst och blifvit vana att i alla sina angelägenheter vända sig till honom, som en pålitlig vän och husfader. — I sin vänskap var han trofast mot dem, som vunnit hans förtroende. På hans uppoffrande hjälp kunde man alltid lita. Men mot dem, som han misstänkte för intriger och förställning, var han kärf. Sin uppfattning af personer och förhållanden uttalade han öppet, om han också visste sig blifva motsagd, icke sällan med en viss humor eller satir. Hans ihärdiga, envisa konservativa lynne lät honom icke alltid gifva vika för skäl, han förblef vanligen vid sin en gång uttalade åsigt.

På 1870- och i början af 1880-talet sysselsatte sig Bonsdorff ännu med författandet af några vetenskapliga afhandlingar, införda i finska vetenskapssocietetens akter och hvilka äfven i det föregående äro omnämnda. Läsning var för öfrigt hans vanliga sysselsättning, men på 1880-talet uppstod en småningom tilltagande blindhet, som beröfvade honom detta sällskap. Stilla emottog han den ena dagen efter den andra till dess han den $^{30}/_{7}$ 1898 somnade bort från lifvet.

Äfven nu besannades psalmistens ord: „Vårt lif varar sjuttio år och till det högsta åttio år; och då det bäst varit hafver, hafver det möda och arbete varit, ty det går snart sin kos, likasom flöge vi bort“ (Ps. 90: 10). Mina tankar i denna stund kunna icke bättre uttalas än i skaldens ord: „Och när vi mognat alla Till skörd för dödens hand Och ned som säd vi falla På åkermannens land, Gif, Gud, att du kan berga Oss i din glädje då, Der stormar icke härja, Der frid ej skall förgå.“

Evert Julius Bonsdorffs utgifna arbeten.

1. Menniskans anatomi.

De cavitatibus organismi humani. — Afhandling utgifven för adjunktur i anatomi och fysiologi den $^{27}/_{5}$ 1837, 8:vo. 50 pagg.

Beskrifning af ett missbildadt cranium hos en man, jemte några anmärkningar öfver uppkomsten och betydelsen af de s. k. ossicula Vormiana (1846). — I Acta Soc. Scient. Fenn. II. (1847), s. 1283—1299.

Om ryggmärgens struktur (1857). — I Öfvers. af Finska Vet. Soc. Förhandl. IV (1856—1857), s. 110—137.

Anatomisk beskrifning af det gangliösa nervsystemet hos menniskan, jemte anmärkningar öfver detta nervsystems fysiologiska verksamhet (1868). — I Acta Soc. Sc. Fenn. IX. (1871), s. 201—283.

2. Komparativ anatomi.

a) Osteologi.

Speciel jemförande beskrifning af hufvudskålsbenen hos Laken, Gadus Lota Linn. (1845). — I Acta Soc. Sc. Fenn. II. (1847), s. 1177—1281.

Anatomiskt bevis för den af prof. Mäklin gifna tydningen af furcula hos foglarne ($18\,^{18}/_{5}\,69$). — I Öfvers. etc. XI. (1869), s. 66—70.

Om os coracoideum hos foglarna såsom svarande mot däggdjurens clavicula. — I Öfvers. af Svenska Vet. akad. Förhandl. 1869, s. 627—630.

Kritik der allgemein angenommenen Deutung der Furcula bei den Vögeln (1869). — Acta etc. IX. (1871), s. 297—326.

b) Angiologi.

Bidrag till blodkärlsystemets jemförande anatomi I. Det arteriella kärlsystemet hos Paddan (Bufo cinereus Schneid.) 1847. II. Om ett accessoriskt

vensystem hos Paddan, öppnande sig i sinus caroticus (1850). III. Portvensystemet hos Gadus Lota Linn. (1852). — I Acta Soc. Sc. Fenn. III. (1852), s. 447—503. 571—590.

Å vanliga björnen (Ursus arctos) anstälda anatomiska undersökningar af blodkärlsystemet med fästadt afseende å vintersömnen (1852). — I Öfvers. etc. I. (1838—1853), s. 174—178.

c) Splanchnologi.

Anatomisk undersökning af inelfvorna hos Strutsen (1852). — I Öfvers. etc. I. (1838—1853), s. 179—182.

d) Neurologi.

Anatomisk beskrifning af cerebralnerverna hos fåret (Ovis aries). — I Acta etc. II. (1843), s. 145—284.

Disqvisitio anatomica nervum trigeminum partemque cephalicam nervi sympathici Gadi Lotæ Linn. cum nervis iisdem apud hominem et mammalia comparans. Respondente Osc. Aug. Toppelius ($^{15}/_{4}$ 1846), 4:to, 52 pagg.

Symbolæ ad anatomiam comparatam nervorum animalium vertebratorum. I. Nervi cerebrales Corvi cornicis Linn. (1850). II. Nervi cerebrales Gruis cinereæ (1851). — I Acta etc. III. (1852), s. 505—569. 591—624.

Jemförande beskrifning af cerebralnerverna hos Raja clavata (1853). I Acta etc. V. (1858), s. 185—227.

3. Fysiologi.

Hjertats verksamhet från fysiologins nuvarande ståndpunkt (1855). — I Öfvers. etc. III. (1855—1856), s. 16—25.

Om bildning af chylus och dess upptagande (absorption) i tarmkanalen (1856). — I Öfvers. etc. III. (1855—1856), s. 76—91.

Om mekanismen vid respiration och spirometerns betydelse för bröstsjukdomarnes diagnostik (1856). — I Öfvers. etc. III. (1855—1856), s. 99—106.

Referat om kärlnervernas inflytande på blodomloppet och den animala värmen (1856). — I Öfvers. etc. IV. (1856—1857), s. 42—60.

Om den fysiologiska betydelsen af de s. k. fria och med tappar (coni) försedda stafvarne (bacilli) i ögats retina (1861). I Öfvers. etc. V. (1857—1863), s. 184—185.

Om det sympathiska nervsystemets förhållande till det cerebrospinala och det så kallade hämmande nervsystemet. — I Förhandl. vid de skandin. naturforskarnes nionde möte i Stockholm 1863. Stockholm 1865, s. 586—590.

Kritik af det s. k. hämmande nervsystemet (1868). — I Acta etc. IX. (1871), s. 141—184.

Svar på Dr Lovéns recension, öfver kritik af det så kallade hämmande nervsystemet. — I Hygiea 1869, s. 393—408. Se samma årgång s. 471.

Kritik des sogenannten Hemmungs-Nervensystems. — I Zeitschrift für rationelle Medicin von Henle und Pfeufer 1869. XXXVI, s. 15—39.

4. Allmän patologi.

Allmänna physiologiska betraktelser öfver begreppen lif och organism. — Afhandl. för medicinsk doktorsgrad, utgifven under præsidium af N. A. Ursin den $^{8}/_{6}$ 1836. 8:vo, 52 pagg.

Physiologiska betraktelser öfver feberns väsende. — I Finska läk. sällsk. handl. I. (1843), s. 351—386.

5. Praktisk medicin.

Physiologiska anmärkningar öfver nyttan eller skadan af återlåtning vid behandling af inflammation i respirationsorganerna. — I Finska läk. sällsk. handl. V. (1853), s. 1—151.

Iakttagelser öfver koleran under den epidemi, som herskade i Abo sommaren 1853. — I Öfversigt etc. II. (1855), s. 3—10.

Försök att bestämma lungornas vital-kapacitet hos Finnar och det inflytande ålder, kön och olika sysselsättning utöfva på densamma (1859). — I Acta etc. VI. (1861), s. 179—343.

Försök att medelst spirometern diagnosticera de olika stadierna af lungtuberkulos (1858). — I Acta etc. VI. (1861), s. 345—368.

Några ord om bloduttömning vid behandling af inflammation i lungorna. — I Finska läk. sällsk. handl. VIII. (1860), s. 269—284.

Några anmärkningar om spirometerns praktiska värde. — I Förh. vid de skand. naturf. nionde möte i Stockholm 1863. Stockholm 1865, s. 591—596.

Om användandet af Tartarus antimonialis vid behandling af croup. — I samma arbete s. 597—602.

Några ord om strypsjuka och dess behandling med Tartarus antimonialis. — I Notisbl. för läkare och pharmac. 1866. s. 88—94.

Om behandlingen af strypsjuka. — I Nord. medic. arkiv. V. 1873. N:o 20.

Redogörelse för den metod, som användts vid behandling af difteri. — I Hygiea 1879, s. 217—227.

Behandlung der Diphtheritis. — I Zeitschr. f. klinische Medicin. VIII. (1884), s. 421—439.

Om Angina diphtheritica med hufvudsakligt afseende å dess rationella behandling, jämte redogörelse för en begränsad epidemi af denna sjukdom å Eriksberg i Muurla kapell år 1881. — I Acta etc. XIV. (1885), s. 87—131.

Fysiologiska betraktelser öfver den närmaste orsaken till Epilepsien, jämte redogörelse för några af mig behandlade fall. — I Acta etc. XIV. (1885), s. 413—522.

6. Hydroterapi.

Redogörelse för resultaterna vid vattenkuranstalten i Åbo 1853—1857. — I Finska läk. sällsk. handl. V, s. 153—232, 387—598. VI. 1—184, 393—560. VII. 1—103. — Ett referat af årgångarna 1853—1856 finnes i Balneologische Zeitung. VII. 1861, s. 21—46.

Om vattenkurens verkan å lungtuberkulos. — I Öfvers. etc. II. (1855), s. 28—36.

Om vattenkurens verkan å störingar inom nervsystemet (1854). — I Öfvers. etc. II. (1855), s. 36—40.

Vattenkurens förhållande till den animala föryngringsprocessen (1855). — I Öfvers. etc. II. (1855), s. 53—68.

Undersökning, huruvida användandet af läkemedel, liktidigt med vattenkuren, kan anses rationelt (1855). — I Acta etc. V. (1858), s. 229—270.

Physiologiska anmärkningar öfver den rationella vattenkurens inflytande på den syphilitiska sjukdomen (1856). — I Acta etc. V. (1858), s. 271—288.

7. Rättsmedicin.

Critiska anmärkningar rörande dödande læsioners indelning i medico-forensiskt hänseende. — I Finska läk. sällsk. handl. II. (1845), s. 251—413.

Svar på Doctor Granlunds recension af E. J. Bonsdorffs afhandling: Critiska anmärkningar rörande dödande læsioners bedömmande i medico-forensiskt hänseende. — I Finska läk. sällsk. handl. II. (1845), s. 557—599.

Undersökning, huruvida läkaren genom legal section kan utreda, om den döde blifvit *mördad* eller *dräpen*, och af sådan anledning gagna domaren genom dödande læsioners indelning i absolut eller tillfälligt dödande. — I samma arbete. III. (1846), s. 167—169.

Critiska anmärkningar öfver Doctor O. E. Dahls Bidrag till utredningen af några medico-juridiska frågor. — I samma arbete. III. (1847), s. 413—514.

Försök att med ledning af de svenska landskapslagarne utreda den forensiska medicinens historiska utveckling och förhållande till 1734 års lag. — I samma arbete. IV. (1849—1850). s. 33—60.

Genmäle å Dr O. E. Dahls Nya bidrag till utredningen af några medico-juridiska frågor. — I samma arbete. IV. s. 377—386.

Munkafveln betraktad från rättsmedicinsk synpunkt. Svar på: Der Tod durch Erstickung vermittelst eines Knebels aut durch Branntwein (ein Alkoholunglück) von Prof. e. o. Szymanovski. Helsingfors 1861. 8:vo, 49 sidd.

Undersökning om rättsmedicinsk indelning af kroppsskador äger praktisk tillämpning vid lagskipningen och huru lifsfarlig sjukdom enligt § 4 af Hans Kejserliga Majestäts nådiga förordning angående dråp utan uppsåt att döda och annan misshandel å person, gifven den 26 november 1866, bör uppfattas. Helsingfors 1873, 8:vo, 30 sidd.

8. Naturalhistoria.

Å växter och djur gjorda iakttagelser under solförmörkelsen den 28 juli 1851. — I Acta Soc. Scient. Fenn. III. (1852), s. 799—806.

Undersökning om den af prof. Nilsson antagna dubbla klofällningen hos Riporna i verkligheten förekommer. — I Upsala Vet. Soc. årskrift 1860, s. 121—135.

Om klofällningen hos Ripan (1861). — I Öfvers. etc. V. (1857—1863), s. 174—175.

Några ord om den observerade klofällningen hos Riporna och arter af slägtet Tetrao. — I Öfvers. af Svenska Vet. Akad. förhandl. 1862, s. 77—86.

Finlands tvåvingade insekter (Diptera) förtecknade och i korthet beskrifne. — I Finska vet. soc. bidrag. 6. (1861), s. XI, 37—301 och 7. (1866), s. 1—306.

9. Jordbrukslära.

Betraktelse öfver enklaste sättet att bestämma en jordlägenhets verkliga värde. — I Tidskrift för Finlands landtbruk och skogshushållning 1866, s. 42—53, 72—88, 133—148.

Enkla betraktelser öfver jordbruket i Finland. — I Österbotten, tidning för svenska allmogen i Finland 1867, N:ri 2—5, 8—10, 13, 15—18, 22—24.

Landtmanna betraktelser. — I Folkvännen 1869 N:ri 9—17, 19—27, 37—47, 49.

Försök att utreda orsakerna till missväxten i Finland och de medel, genom hvilka denna kan förekommas och lättast uthärdas. Helsingfors 1870. 8:vo, 220 sidd.

Undersökning om åkerjordens drainering under alla lokala förhållanden i Finland är rationel. — I Öfvers. af F. vet. soc. förh. XIII. (1870—1871), s. 19—42.

Fysiken, tillämpad på det rationella jordbruket i Finland. — I F. vet. soc. bidrag till kännedom af Finlands natur och folk. 17. (1871), s. 105—320.

Om medlen till upprätthållande af åkerjordens förmåga att frambringa rika skördar. — I K. Svenska Landtbruksakademins tidskrift. XII. (1873), s. 211—213.

Bidrag till utredning af den närmaste orsaken till nattfrosterna och medlen att afvärja deras skadliga inverkningar (replik mot A. R:s uppsats i Helsingfors Dagblad 1884 N:ro 59—60). — I Biet 1884, s. 134—140.

Ännu några ord om nattfrosterna och den odlade jordens temperatur (genmäle till A. R.). — I Biet 1885, s. 143—148.

Jorden och växternas temperatur (svar till A. R.). — I Biet 1885, s. 241—242.

Jordlösningen och dess cirkulation i den odlade jorden. — I F. vet. soc. bidrag etc. 44. (1887), s. 1—10.

Om vigten af de organiska beståndsdelarne i den odlade jorden. — I F. vet. soc. bidrag. 44. (1887), s. 11—32.

10. Tillfällighetsskrifter.

Årsberättelser öfver Finska Läkare Sällsk. verksamhet 1860—1866. — För år 1860 i sällskapets handlingar, band VIII. s. 285—300, för år 1861 i samma band s. 715—730, för år 1862 i band IX, s. 337—356, för år 1863 i

samma band s. 357—372, för år 1864 i s. b. sid. 1189—1214, för år 1865 i s. b. sid. 1215—1234 och för år 1866 i band X. sid. 639—656.

Öppet bref till Herr Öfverste-lieutenanten och Riddaren A. af Forselles om naturläkekonst och medicin. Helsingfors 1861. 8:vo, 58 sidd. — Andra brefvet. Helsingfors 1862. 8:vo, 38 sidd.

11. Program.

Till prof. K. F. von Willebrands installation den $^{3}/_{4}$ 1857 (en kort historik öfver med. professorerne i Åbo och Helsingfors); till prof. Er. Alex. Ingmans installation den $^{6}/_{5}$ 1858 (allmänna anmärkningar om fostret och det nyfödda barnets utveckling), till prof. Otto E. A. Hjelts installation den $^{25}/_{10}$ 1859 (om cellbildningen och cellens metamorfos); till prof. J. A. Estlanders installation den $^{13}/_{1}$ 1860 (betraktelser öfver begreppen fakultet och konsistorium med jämförelser, hemtade ur den menskliga organismen, samt öfver medicinens förhållande till andra vetenskaper och det till en del i polemiskt syfte; till prof. Knut Sam. Sirelius' installation den $^{25}/_{10}$ 1861 (allmänna betraktelser öfver barnsjukdomarnes igenkännande); till prof. Josef Ad. J. Pippingskölds installation den $^{7}/_{3}$ 1871 (medicinska undervisningsfrågor).

Noter.

[1]) Sid. 4. — Se „Akademiska interiörer från 1820-talet“ i *Finsk tidskrift* 1882, s. 161—174.

[2]) Sid. 8. — Jfr min uppsats „Elias Lönnrot“ (1882), s. 6—7.

[3]) Sid. 10 — Såsom bataljonsläkare följde Bonsdorff lifgardets finska skarpskyttebataljon till lägermötet i Tsarskoe Selo 1837. Från detta lägermöte berättade han bland annat om sitt förhållande till d. v. korpsläkaren vid gardets infanteri, verkl. statsrådet Nagomowitsch. Denne var van att behandla sina underlydande läkare högdraget och öfvermodigt, men mot Bonsdorff, som uppträdde ogeneradt och självständigt, iakttog han ett vänligare bemötande. I anseende till Bonsdorffs obekantskap med ryska språket fördes samtalet på latin. Bland trupperna förekom under sommaren en mängd fall af ophthalmo-blennorrhoea och befallning var utfärdad att icke behandla dessa fall på de enskilda sjukhusen, utan skicka dem till ett för denna ögonsjukdom inrättadt eget lasarett i St. Petersburg. De finska soldaterne ville likväl icke på något vilkor blifva öfverförda till det ryska sjukhuset, utan bönföllo att få qvarstanna i sitt eget. Bonsdorff ordnade äfven saken sålunda,

att de sjuka soldaterna kunde qvarhållas och vårdas som förut. — Vid ett besök, som Nagomowitsch gjorde å sjukhuset, och vid besiktning af ett konvalescentrum såg en man lida af vagel i ena ögat, sade han „heic habes granulationem“, hvarpå Bonsdorff lät en annan soldat, som hade ett sår å benet, lösa upp förbandet och sade „heic habes granulationem“. Nagomowitsch blef uppbragt, men när Bonsdorff förklarade att han gjorde det i konsultativt syfte och kallade Nagomovitsch „vir nobilissimus, experientissimus et excellentissimus“, blef han vid godt lynne och yttrade „bene, bene“. Äfven tyfussjuke fingo icke heller qvarhållas i sjukhuset, hvarför de upptogos under diagnosen Febris catarrhalis. En sådan patient delirerade under Nagomowitschs besök, men denne blef tillfredsställd af Bonsdorffs förklaring att mannen var känd för en drinkare och därför vid tillfället våldsam och oredig.

[4]) Sid. 13. — Från dessa det anatomiska museets första tider må nämnas att Bonsdorff 1841 uppgifver sig hafva därmed införlifvat 154 preparater „mest i komparativ anatomi“, deribland 22 skelett af däggdjur, 27 fåglar och dessutom fiskskelett. Under året tillkommo ytterligare 192 preparat. I ett bref till Retzius af den $^{28}/_{4}$ 1841 redogör han för sin metod att macerera skeletten i varm lösning af pottaska under några dagar och sedan ingnida dem med klorkalk.

[5]) Sid. 13. — Anders Retzius bref till A. H. Florman af C. M. Fürst. Lund 1896, s. 107.

[6]) Sid 13. — Med tacksamhet erinrade sig Bonsdorff den vänskap Retzius visade honom och erkände huru hans studier genom Retzii intlytande vunnit ett alldeles nytt innehåll. Sålunda skref han den $^{28}/_{2}$ 1841: „Jag har en obeskriflig längtan att återse Stockholm och träffa Herr Professoren, hos hvilken jag står i en sådan förbindelse, ty af Herr Professoren har jag fått det afgjordaste intresse för anatomiska undersökningar, hvilket jag icke förr hade“. I ett bref af den $^{12}/_{6}$ 1845 yttrar han: „Hos Bror står jag i så stor förbindelse, ja en större förbindelse än jag hos någon menniska kan stå, i anseende dertill att det är Bror jag helt och hållet har att tacka för den riktning mina studier och forskningar tagit, det är Bror jag har att tacka för den fröjd mina komparativt neurotomiska undersökningar skänka mig, ett intresse, som jag icke förr än sedan jag varit i Brors skola kunde drömma om, då jag var nära att fördjupa mig i naturphilosophiska grubblerier, hvilka beqvämt nog kunna utföras i kammaren vid skrifbordet och likväl lända vetenskapen till föga fromma!“

Här torde kunna omnämnas en omständighet, som icke förut lär vara känd, nämligen planen att vidtaga förberedande åtgärder hos oss till införande af undervisning i veterinärkonsten och att Bonsdorff skulle få i uppdrag af kejs. senaten att undervisa i veterinär anatomi och fysiologi emot ett arfvode af 600 rdr svenskt banko. Härom skref han till Retzius den $^{17}/_{1}$ 1842: „En anatomisal kommer då att inrättas i ett rum invid den förra anatomisalen, så att hvardera afdelningens arbetare kunna comparera sina preparater. Väl får jag då påökning i mina göromål medelst 4 timmars lektion i veckan, men då detta så mycket intresserar mig torde denna tillökning af arbete icke komma att blifva tryckande“. Planen förföll mellertid.

„I anledning af mina funderingar med de comparativa cerebralnerverna har jag ämnat mera specielt än i de vanliga läroböckerna är fallet arbeta på en framställning af hufvudets särskilda ben hos våra husdjur. Anser Herr Professoren ett sådant arbete löna mödan eller har någon, hvilket jag ej känner, redan i monographie behandlat detta?“

[7]) Sid. 15. — Retzius meddelade ett referat af Bonsdorffs undersökning i *Öfversigt af K. Svenska Vetenskaps Akad. förhandl.* 1844 s. 130 och skref den $^{27}/_{6}$ 1843. „Stor tack för det förträffliga och praktiska arbetet öfver nervi capitis af fåret. Detta arbete gör dig och universitetet stor heder. Vetenskapen gör detsamma varaktigt gagn. Finge vi många sådane, så skulle framstegen blifva säkrare."

När afhandlingen öfver cerebralnerverna hos fåret utkom, inledde Joh. Müller i *Archiv für Anatomie und Physiologie* 1844 s. 63—65 ett ganska utförligt referat däraf med följande ord: „Eine ausgezeichnete descriptive Untersuchung über die Gehirnnerven des Schafes ist von Bonsdorff geliefert. Von besonderem Intresse waren mir in dieser Abhandlung die Aeste der sensoriellen Portion des Trigeminus zu den Augenmuskeln oder ihren motorischen Nerven, und die Zweige der motorischen Portion des Trigeminus zum ersten und zweiten Ast desselben, welche die Quelle von jenen sein könnten, wenn nicht die Zweige zu den Augenmuskeln dem Gefühl und die motorischen Fäden zur sensoriellen Abtheilung bestimmt sind, Bewegungen von Canälen, wie der Ausführungsgänge der Thränendrüse und des Ductus Stenonianus zu versehen. Es ist zu bedauern, dass der Verf. nicht solche tiefere physiologische Fragen bei seinen Untersuchungen berücksichtigt hat. — Die Abbildungen sind frei von allem überflüssigen und musterhaft.

[8]) Sid. 17. — I ett bref till Retzius säger Bonsdorff att hans specimen blir en partus præmaturus, emedan han icke erhållit från Göteborg de därifrån reqvirerade större arterna af slägtet Gadus, utan nödgats hålla sig till de små, såsom Gadus Lota. Lofvar fortsätta undersökningarna och snart utgifva en beskrifning öfver samtliga cerebralnervparen. Ett sådant arbete har likväl icke utkommit.

Ofvannämnda afhandlings offentliggörande i form af akademisk disputation har medfört det besynnerliga misstag, att Oskar August Toppelius, som å titelbladet upptages såsom respondent, blifvit ansedd som dess författare. I litteraturförteckningar går denna afhandling emellanåt under Toppelii namn och jag själf fann den sålunda upptagen i Münchens universitetsbibliotek.

[9]) Sid. 18. — *Acta Soc. Scient. Fenn.* III, s. 551.

[10]) Sid. 19. — *Acta Soc. Scient. Fenn.* III, s. 616. — Dessa Bonsdorffs neurologiska undersökningar intresserade också zoologerna, hvilka hoppades däraf skörda frukt äfven för systematiken. Sålunda skref prof. C. J. Sundewall den $^{29}/_{3}$ 1850 till Bonsdorff: „Gerna hade jag önskat att därjämte (utom bestämmandet af arter) få bearbeta fogelklassen litet mera vetenskapligt, men tiden blir ej tillräcklig. Så mycket mer fägnande är det att höra, att Herr Professorn tyckes hafva egnat sig däråt med full fart. Undersökningen af cerebralnerverna torde väl höra till de aldra svåraste, men då nu det värsta är undangjordt med att utreda dem hos en art (kråkan), så skall det vara af högsta intresse om arbetet fortsattes hos en af hvarje hufvudgrupp, t. ex. *Roffogel, Papegoja, Höns, Totanus* (eller Charadrius), *Anas* (eller Anser), *Larus, Uria* (eller Alca). Sedan detta vore undangjordt och sedan en liten proba vore gjord på några arter af *Passeres*, jämförd med kråkan, så skulle vi kunna få riktig reda på de mycket irreguliera fogelformerna t. ex. *Ardea, Pelicanus* (med Carbo o. d.), *Colymbus, Phoenicopterus*, kanske till och med dylika som *Upupa* och andra, som illa passa in i system med de öfriga. — Jag har velat försöka ett sådant arbete med myologien och verkligen fått mången god upplysning, men dels äro olikheterna dock så obetydliga, dels variera de nästan mera

efter functionernas styrka, än efter den typiska olikheten. Nerverna deremot föreställer jag mig böra endast visa olikheter i detta sednare hänseende, oberäknadt någon olikhet i längd efter kroppsdelarnes form och i tjocklek efter functionens kraft. Men ett sådant arbete är ej att springa på! Skulle Hr Professorn hafva tänkt på ett sådant ämne för forskningen, så tackar jag på förhand å systematikens vägnar".

[11]) Sid. 19. — *Öfversigt af Finska Vet. Soc. förhandl.* II, s. 10. 24.

[12]) Sid. 21. — I *Notisblad för Läkare och Pharmaceuter* 1868 s. 38 finnes af Bonsdorff ett referat af detta arbete.

[13]) Sid. 21. — Så skrifver äfven C. Gegenbauer i ett bref af den $^{19}/_{4}$ 1899. „Was Bonsdorff betrifft, so kann ich sagen, das ich mit Verehrung dieses Mannes gedenke, aus dessen Schriften ich vieles gelernt habe. Das periferische Nervensystem des Kopfes der höheren Wirbelthieren verdankt ihm eine der ersten sorgfälligen Darstellungen, durch Untersuchungen, welche ich keineswegs als vereitelt betrachten kann. Das ist ein bleibendes Verdienst und spätere Arbeiten müssen daran anknüpfen."

[14]) Sid. 22. — Se äfven *Öfvers. af Finska Vet. Soc. förhandl.* V (1858), s. 38.

[15]) Sid. 22. — Ehuru Bonsdorff yttrar sig hafva kommit till det resultat att i nerv. vagus icke förekomma några motoriska nerver i vanlig mening, hvilka skulle verka på hjärtats muskelväfnad, anser han dock sannolikt, att n. facialis, som afsänder en gren längs ramus auricularis n. vagi till denna nervs ganglion radicis eller jugulare, hvarifrån den inom slidan af vagus medels rami cardiaci öfvergår till hjärtat, genom denna gren utöfvar motoriskt inflytande på hjärtats muskelväfnad, „i hvilket afseende äfven n. accessorius Villisii icke heller torde sakna betydelse". Bonsdorff har i öfrigt förtjensten att hafva noga utredt de talrika förgreningar, medels hvilka n. facialis står i förbindelse med flere sympathiska ganglier, såsom g. sphenopalatinum, g. oticum, g. petrosum n. glossopharyngei, g. maxillare och nu nämnda g. jugulare.

[16]) Sid. 23. — *Hygiea* 1868, s. 480—489.

[17]) Sid. 23. — *Hygiea* 1869, s. 393—408.

[18]) Sid. 23. — Om denna Bonsdorffs afhandling yttrar sig L. Panum i Canst. Jahresber. 1868. I. s. 133 följande: „Ohne Beibringung neuer Thatsachen meint Vf., wie früher Brown-Sequard, dass die „Hemmungswirkungen", welche bei Reizung der n. Vagus bezüglich der Herzbewegungen, und bei Reizung der Nn. splanchnici bezüglich der peristaltischen Bewegungen des Darms beobachtet werden, einfach dahin zu erklären seien, dass die betreffenden „Hemmungsnerven" nur eben vasomotorische Nerven, respective der Artt. coronariæ oder der Darmarterien seien. Die bündigen experimentellen Widerlegungen dieser Hypothese, welche Ref. bereits vor 12 Jahren in Bibl. f. Læger Januar 1857, von Bezold und seine Schüler wiederum neuerdings geliefert haben, sind dem Vf. gänzlich unbekant geblieben, so wie nur vereinzelte Fragmente der neueren physiologischen Litteratur (selbst der Skandinavischen) üb. den behandelten Gegenstand dem Vf. in fernen Helsingfors zugänglich gewesen zu sein scheinen."

[19]) Sid. 24. — Redan vid denna tid synes Bonsdorff meddelat sig i frågan med både Retzius och Eschricht. Den förre skref den $^{1}/_{6}$ 1849 att han icke frångår sin åsigt att furcula motsvarar clavicula. Eschricht åter skref den $^{1}/_{10}$ 1848: „Om tydningen af Fuglenes og Reptiliernes Skulderbeen er ogsaa jeg helt usikker. Att Furcula icke er det sande Clavicula, vilde jeg gjerne gaae ind paa. Men om det hörer til Bryst-

benet eller om os coracoideum skulde være clavicula, förekommer mig heelt tvivlsomt for Øieblikket. For deres mening om Furcula kunde tale, at hos Saurierne en Tap stiger bag til fra det i middellinien. Seer jag hen til selve Fuglene skulde jeg med hensyn til det egentlige Clavicula snarare være tilböielig at ansee det kun hos Rovfugle og Passeres förekommende os humeroscapulare därför. Aldeles forstynende for alle hidtil givne Tydninger förekommer Forholdet hos Skildpadderne, og dog synes mig symmetrien for och bag mellem Skulder- og Bekkenbenene her saa oiensynlig, at maaskee netopp her er Nöglen til den rette Tydning."

Jemför en senare uppsats i frågan, hvaruti Bonsdorff närmare utvecklat och till en del modifierat sin åsigt, i *Öfvers. af Finska Vet. Soc. förhandl.* XI (1869), s. 66—70.

[20]) Sid. 24. — F. W. Mäklin hade för den efter Alex. von Nordmann lediga professionen i zoologi den $^{22}/_{4}$ 1867 utgifvit en afhandling *„Vetenskapliga grunder för bestämmandet af fogelarternas ordningsföljd inom slägten och grupper"*. Bonsdorff blef af fakulteten utsedd att å dess vägnar granska detta specimen och däröfver afgifva utlåtande. Själfva disputationsakten väckte i följd af några extra ordinarie opponenters uppträdande en icke vanlig uppmärksamhet och ett efterspel utvecklade sig i tidningarna. Först blef en recension öfver Mäklins specimen synlig i Helsingfors Dagblad 1867 N:o 118, däruti det förklarades att principen att ordna fåglarne efter flygförmågan aldrig skall kunna af någon ornitholog gillas just därför, att vingen icke har en sådan vikt och betydelse. Emot denna recension infördes ett „Genmäle" i Hufvudstadsbladet N:o 122 och ett svar härpå blef synligt i Dagbladet N:n 125. Med anledning af en notis i Dagbladet N:o 276, skref Bonsdorff i Finlands Allmänna Tidning N:o 279 om „Vetenskaplig orättvisa", däruti han föreslog att hans officielt gifna utlåtande blefve öfversatt till något fremmande språk. Om de af honom (mot dr Malmgren) gjorda anmärkningarna befunnes oriktiga eller falska „utan att vi till försvar förmå anföra giltiga skäl, är vår antingen okunnighet i sak eller oärlighet bevisad". En ny artikel i Dagbladet N:o 279 gaf Bonsdorff anledning att till Finlands Allmänna Tidning N:o 284 insända" Ram till Helsingfors Dagblads målning af tillgången vid besättandet af zoologie professionen", däruti han med några ord skildrar det sätt, hvarpa hans antagonister bidragit till målningens färdigblifvande och antyder att det finnas de, hvilka för sitt vetenskapliga arbete upphöjas vida utöfver sin förtjenst. „Huru detta tillgår är oss obekant, men torde ske genom s. k. puffar i tidningar och det enskilda lifvet. Hvar det laboratorium är beläget, där sådana puffar tillredas, är för oss obekant och likgiltigt".

Vid disputationsakten hade det ovanliga inträffat, att då prof. Pippingsköld, såsom extra opponens, bestridt Mäklins tydning af fåglarnes bröstben och med af honom själf förfärdigade preparater sökt bevisa det, Bonsdorff hade trädt i svaromål, deltagit i samtalet och inbjudit Pippingsköld att, tillika med dem han ville medtaga, besöka anatomiska museum, där Bonsdorff skulle ådagalägga riktigheten af Mäklins åsigt, men erhållit till svar att „maktspråk icke verkar på hans öfvertygelse". Med anledning af det meddelande om denna episod Bonsdorff sedermera själf lemnade i ett „Genmäle till Helsingfors Dagblad" i Finlands Allmänna Tidning N:o 286, införde Pippingsköld i sistnämnda tidning N:o 295—296 en längre sakrik, ehuru mycket polemiskt hållen uppsats „Till Herr Arkiatern m. m. E. J. Bonsdorff", däruti han på anatomiska grunder ådagalägger hållbarheten af Mäklins antaganden och söker bevisa att gaffelbenet (furcula) motsvarar clavicula hos menniskan och uppkommer ur ett preformeradt brosk, att det är pneumatiskt och icke

kan betraktas som en förbening (eg. förkalkning) af förf:s lig. interclaviculare, att det tjenar till ursprungsfält för en större portion af m. pectoralis major och att processus coracoideus i ett tidigare utvecklingsstadium utgör ett särskildt ben m. m. — Vid finska läkaresällskapets sammanträde den $^{18}/_{5}$ 1867 redogjorde Pippingsköld under förevisande af preparater för sin åsigt i frågan. Se *Notisblad för läkare och pharmaceuter*, 1867, s. 105.

Den, som önskar närmare känna tillgången vid professionens besättande, finner upplysning därom i *„Handlingar angående besättandet af zoologiska professionen vid kejs. Alexanders Universitetet i Helsingfors"*. Helsingfors 1867.

[21]) Sid. 25. — Förrän denna afhandling utkom, införde Bonsdorff i *Öfvers. af Svenska Vet. Akad. förhandl.* 1869 en uppsats, *„Om os coracoideum hos foglarna såsom svarande mot däggdjurens clavicula"* i form af ett bref till C. J. Sundevall. Bonsdorff anser de nyare författarenes os coracoideum vara den verkliga clavicula och icke saknas hos någon fågel, men förnekar att däggdjurens clavicula skulle motsvara fåglarnes furcula. Vid mikroskopisk undersökning af furcula visar den sig innehålla en mängd nätformigt förenade Haverska kanaler, hvilka till en del öppna sig på yttre ytan af densamma och dess utveckling skulle sålunda ske i ett preformeradt brosk. Sundewall yttrar att mycket kan anföras både mot och med hvardera åsigten.

[22]) Sid 26. — I *Öfversigt af Finska Vet. Soc. förhandl.* I (1838—1853) omnämnes s. 97 en af Bonsdorff 1847 verkställd undersökning af *„Arteriella kärlsystemet hos Laken"*, hvaraf framginge att de arteriella kärlen utgå från tvenne kärlcirklar eller s. k. circuli arteriosi, hvilka förbindas med hvarandra genom de s. k. venæ bronchiales. De arteriella kärlen öfverensstämma på ett förvånade sätt med däggdjurens. — Äfvenså meddelas sid. 166 att Bonsdorff den $^{13}/_{10}$ 1851 föredragit en *„Anatomisk undersökning af vensystemet hos åtskilliga i Finland förekommande fiskar"*, utgörande *fjärde* afdelningen af bidragen till blodkärlsystemets jämförande anatomi. Njurportvensystemet förekommer icke hos Cyprinus idus och Perca fluviatilis. Denna afhandling har icke blifvit tryckt.

[23]) Sid. 26. — Härom skref D. F. Eschricht till Bonsdorff den $^{18}/_{4}$ 1848: „Særskilt interesserer mig den i Monographien af det ufaldkommenent ossificerede cranium fremsatte Mening at dura mater maatte anses for ligt Primordial Craniet. Jag skulde ret önske att see Dem hos mig her i Kjöbenhavn for att vise Dem, att detta umuligen kan være rigtigt, navnligen paa mine Hvalfostre."

[24]) Sid. 28. — Se H. Em. Aspelin, *Wasa Stads historia*. Wasa 1892—1894, sidd. 606—607. Bolliger, hemma från Schweiz, kom såsom flykting från upproret i Baden sjöledes 1851 till Gamla Karleby. På guvernörens befallning gripen i Vasa och skickad till Helsingfors, afsändes han slutligen till Köpenhamn. Han afled 1860 i Australien. Den i Aspelins arbete lemnade skildringen af Bolligers vistelse i Vasa lemnar en karakteristisk bild af tidens förhållanden.

[25]) Sid. 29. — *Finska Läkare Sällsk. Handl.* IX (1866), s. 1190, 1192, 1194, 1217.

[26]) Sid. 33. — Samma arbete. VII (1858—1860), s. 4.

[27]) Sid. 33. — Samma arbete. VI (1856 – 1857), s. 394.

[28]) Sid. 33. — I *Öfvers. af Finska Vet. Soc. förhandl.* II (1855), s. 53—68. — H. F. Stannius, *Beobachtungen üb. Verjüngungs-Vorgänge im thierischen Organismus*. Rostock 1853.

[29]) Sid. 34. — *Finska Läkare Sällsk. Handl.* V (1853—1856), s. 536.

[30]) Sid. 34. — Se tabellerna till redogörelserna för 1856 och 1857.

[31]) Sid. 34. — *Finska Läkare Sällsk. Handl.* VII (1858—1860), s. 73.

[32]) Sid. 34. — Samma arbete. VI (1856—1857), s. 406. VII, s. 58.

[33]) Sid. 34. — Samma arbete. VII, s. 70—75.

[34]) Sid. 34. — *Finska Vet. Soc. förhandl.* II (1855), s. 28—36.

[35]) Sie. 35. — *Finska Läkare Sällsk. Handl.* VII, s. 69.

[36]) Sid. 36. — Bonsdorffs åsigt om vattenkuren och dess användning mötte häftigt motstånd af de exklusiva vattenvännerna. Han invecklades bland annat i polemik med d. v. öfverstelöjtnanten A. af Forselles, som i början af 1860-talet var ifrig hydropath och, innan han öfvergick till konstruerande af lampor, äfven befattade sig med praktisk vattenläkekonst. I följd af särskilda tidningsartiklar, af hvilka en del författades af Forselles, skref Bonsdorff tvenne öppna bref till honom 1861 och 1862 (se litteraturförteckningen). — Ehuru Bonsdorff från och med 1857 icke vidare utgaf några omständliga redogörelser för sin verksamhet vid vattenkuranstalten i Abo, förestod han densamma likväl till och med 1865 samt meddelade „summariska redogörelser" från densamma i *Notisblad för Läkare och Pharmaceuter* 1863—1866.

[37]) Sid. 39. — I *Hygiea* 1879 s. 217 uppger sig Bonsdorff hafva under två decennier sett endast tre fall („af mer än 1,000") slutas med död. „Bonsdorff garantirt mit vollständiger Sicherheit für das Leben aller derjenigen (Diphtheritis) Patienten, welche die genaue Durchführung seiner Methode gestatten". Se *Canstatts Jahresber.* 1884. II, s. 129.

[38]) Sid. 39. — Utom de större vetenskapliga afhandlingar, med hvilka Bonsdorff riktat finska vetenskapssocietetens skrifter och hvilka i det föregående omnämnts, har han, mer än någon annan, lemnat bidrag till societetens förhandlingar. Det kan hafva sitt intresse att här i ett sammanhang upptaga äfven de föredrag och anföranden, hvilka Bonsdorff för öfrigt meddelat societeten. Vid årssammanträdet den $^{29}/_{4}$ 1844 talade Bonsdorff om menniskans frivilliga rörelse, den $^{29}/_{4}$ 1846 om hufvudmomenterna af menniskans naturalhistoria och den $^{29}/_{4}$ 1851 om kommunismens inflytande på samhällsordningen, betraktad från en fysiologisk ståndpunkt. Den $^{12}/_{4}$ 1847 meddelade han en anatomisk beskrifning öfver det arteriella kärlsystemet hos laken, den $^{1}/_{11}$ 1847 talade han om betydelsen af ossa supratemporalia, ur ett större arbete öfver fiskarnes nervsystem, den $^{11}/_{12}$ 1848 lemnade han en jämförelse emellan vingarnes ben hos fåglarna och öfra extremiteten hos menniskan, den $^{16}/_{4}$ 1849 lemnade han upplysningar om 26 till anatomiska museum insända gamla finska eller egentligen lappska kranier, den $^{3}/_{12}$ 1849 föredrog han en redan 1848 gjord iakttagelse vid rågens blomning, den $^{4}/_{2}$ 1850 meddelade han ett tillägg rörande cerebralnervernas funktion hos fåglarna, den $^{1}/_{3}$ 1850 framställde han iakttagelser beträffande den s. k. carotis körteln hos paddan, hvilken han betraktar som ett bihjärta, den $^{7}/_{4}$ 1851 meddelade han resultaten af tre obduktioner å nötkreatur, misstänkte att vara behäftade med den här och där i landet gängse smittosamma lungsjukan, den $^{3}/_{12}$ 1855 höll han föredrag om det lymfatiska systemets förhållande till åtskilliga dyskrasier och vattenkurens inflytande i profylaktiskt och kurativt hänseende, den $^{7}/_{4}$ 1856 redogjorde han för en undersökning huruvida den rationella vattenkuren uppfyller de fysiologiska vilkoren för de organiska väfnadernas normala nutrition och nybildning af förstörda delar i organismen, den $^{16}/_{11}$ 1857 höll han föredrag om vattenkurens inflytande på kräftan, den $^{16}/_{11}$ 1857 lemnade han referat af Stillings nyaste undersökningar om nervcellens struk-

tur, den $^{21}/_{12}$ 1857 gaf han referat af Köllikers undersökningar rörande den s. k. lysmaskens förmåga att lysa, den $^{8}/_{2}$ 1858 redogjorde han för sina iakttagelser beträffande vattenkurens inflytande på lungsot, den $^{8}/_{2}$ 1858 refererade han en afhandling af Snellen rörande nervernas inflytande på inflammation, den $^{7}/_{3}$ 1859 redogjorde han för en undersökning, huruvida för förklaringen af det stillestånd i hjertats rytmiska sammandragning och tarmkanalens peristaltiska rörelser, som Weber och Pflueger visat förekomma vid retning af n. vagus och splanchnicus, erfordras antagande af s. k. hämmande fibrer i de nämnda nerverna (ytterligare föredragen den $^{17}/_{2}$ 1868, se Acta IX, 161—184), och slutligen anmälde han den $^{23}/_{9}$ 1867 till akterna „Kritisk beskrifning af cerebralnerverna hos menniskan“ (icke tryckt).

Äfven i Finska Läkaresällskapet var Bonsdorff en verksam medlem. Talrika äro de föredrag och uppsatser, som han meddelade vid sällskapets sammanträden. Sålunda finna vi af honom i *„Notisblad för Läkare och Pharmaceuter“*, följande referat af utländsk litteratur:

Kölliker 1851: 17; Donders 1857: 33; 1858: 17, 21; 1861: 36; 1862: 8: 1864: 113; Gunning 1858: 49, 65; Erichsen 1858: 95; Lest 1859: 71; Valentin 1859: 97; van Reeken 1859: 113; Schröder van der Kolk 1852: 153 (bref från Utrecht om Schröder van der Kolks undersökning af tuberkulos); 1859: 145, 1860: 49, 81; Alphert 1861: 33; Luschka 1861; 81; H. Snellen 1861: 161; 1864: 177; H. de Brieder 1862: 17; G. Holdt 1862: 81; H. Maes 1862: 93; Phoebus 1862: 122; Wiehen 1862: 174; Rippmann 1862: 188; Uffelmann 1863: 1; Krause 1863: 54, 1865: 33; Meyerstein 1863: 55; Büttner 1863; 65; Claude Bernard 1864: 49; Heidenhain 1864: 155; Rügenberg 1864: 182; Hamer 1865: 1; Sämisch 1865: 42; Lund 1865: 126; Rath 1865: 161; S. Th. Stein 1865: 164; Forssell 1865: 177; Bamberger 1867: 1; Koster 1868: 147; Stemberg 1868: 152.

Anatomiska och fysiologiska föredrag omnämnas i Notisbladet 1850: 78; 1851: 61, 63; 1852: 14, 15, 76, 108, 161 och 177 (bref från Utrecht); 1854: 73, 74, 78; 1855: 78; 1856: 74, 91, 120; 1857: 54; 1861: 29; 1862: 14, 159; 1864: 31, 74, 76, 112; 1866; 28; 1868: 35.

Medicinskt-praktiska meddelanden förekomma i Notisbladet 1850: 94: 1852: 13, 16, 73; 1854: 57, 61, 72; 1855: 43, 63; 1856: 22, 40, 181, 183; 1857: 25, 29; 1858: 62; 1859: 72, 75; 1860: 159, 171, 175; 1861: 27, 43, 171; 1862: 12, 136, 144; 1863: 20; 1864: 76, 189; 1865: 27, 128: 1867: 14, 17; 1869: 186.

[39]) Sid. 37. — O. E. A. Hjelt, *En återblick på Finska Läkare Sällskapets femtioåriga verksamhet.* Helsingfors 1885, s. 42 ff.

[40]) Sid. 40. — *Finska Läkare Sällsk. Handl.* II (1844—1845), s. 557.

[41]) Sid. 40. — Samma arbete. III (1846—1847), s. 44.

[42]) Sid. 40. — Samma arbete. III, s. 65.

[43]) Sid. 41. — Samma arbete. III, s. 321. IV (1849—1850), s. 297.

[44]) Sid. 41. — Samma arbete. III, s. 413. IV, s. 377.

[45]) Sid. 41. — Samma arbete. III, s. 501.

[46]) Sid. 41. — Samma arbete. IV. s. 378.

[47]) Sid. 41. — Samma arbete. XV (1873), s. 1.

[48]) Sid. 42. — Ur ett bref, som A. T. Wistrand den $^{18}/_{5}$ 1861 skref till Bonsdorff, må rörande förevarande medikolegala fall meddelas följande: „De här gjorda iakttagelserna angående personer, hvilka, utan annat kändt inflytande, aflidit under akut alkoholförgiftning, d. ä. i berusadt tillstånd, hafva i allmänhet visat beträffande symtomerna före döden: att efter det ruset gradvis tilltagit och omsider stegrats till sin höjd, den berusade förfallit i soporöst tillstånd, som räckt flere eller färre timmar och slutats med död. — — — Af hvad nu anfördt blifvit behagade Hr professorn finna att dödsfall af brännvinsförgiftning med så plötsligt förlopp, som hos Rosenqvist, eller när döden uppkommit under rusets andra grad, d. ä. irritationsstadium, icke plägar hos oss förekomma, utan att liköppningen företett kärlbristning och blodutådring vare sig i hjärnan eller eljest och alltså antydt att jämväl någon annan faktor än brännvinet medverkat till döden.

Alldenstund nu intet sådant fenomen förekommit vid den å Rosenqvists döda kropp anställda liköppningen och då Rosenqvist ej heller aflidit i soporöst tillstånd, utan midt under det han befunnit sig uti det exalterade tillstånd, hvaruti han af brännvinet kommit, helt plötsligt dött, synes mig icke antagligt vara att hans död varit förorsakad af brännvinsförgiftning och då vidare förekommer att han haft ett tums tjockt trästycke intvingadt emellan tänderna under det han varit bakbunden uti en tvungen ställning samt liköppningen företett de uti protokollet anvisade fenomen, synes Hr Arkiaterns bedömande af dödssättet och dödsorsaken icke skäligen kunna jäfvas.“

[49]) Sid. 43. — I N:o 52 af Helsingfors Tidning 1861 finnes nämligen en förklaring af Szymanovski, innehållande kritik af Bonsdorffs „Munkafvel“. Han skrifver: „Blott den, som ådagalägger ett sin vetenskapliga karakter värdigt beteende, kan göra anspråk på att jag så väl i en vetenskaplig, som i hvarje annan strid betraktar honom såsom min jämnlike.“ Däremot införde nu Bonsdorff „Aftvunget svar“ i N:o 56 af samma tidning för den $^{16}/_{5}$, innehållande bland annat betyg af de vid obduktionen närvarande öfver Szymanovskis uppträdande vid det mångordade tillfället. — Äfven i Finlands Allmänna Tidning 1861 N:o 107 finnes en kort replik i ämnet.

[50]) Sid 45. — I *Tidskrift för Finlands landtbruk och skogshushållning* (1866) uttalar sig Bonsdorff i sina „Betraktelser öfver enklaste sättet att bestämma en jordlägenhets verkliga värde“ derhän, att koladugårdens bruttoinkomst, förvandlad till ett motsvarande kapital å 5 %, är en jordlägenhets verkliga värde. Det är nämligen klart, att i samma förhållande, som ladugårdens ståndpunkt höjes, befordras äfven jordens förmåga att producera, så att boskapsfoder och sädproduktion stiga i samma förhållande, jämte det egendomens kapitalvärde ökas. — Öfriga tidningsuppsatser finnas antecknade i litteraturförteckningen.

[51]) Sid. 46. — *„Om klofällningen hos Ripan“* i *Öfversigt af Finska Vetenskapssocietetens förhandlingar.* V (1853—1863), s. 174—175.

[52]) Sid. 46. — Meves i *Öfversigt af Sv. Vet. Akad. förhandlingar* 1860, s. 216, Malmgren *„Om klofällningen hos Dalripan* i *Sällskapet pro Flora et Fauna Fennica Notiser* 3. (1861) och Nilsson i *Öfvers. af Sv. Vet. Akad. förhandl.* 1860, s. 106. Jfr äfven Mäklin i *Öfvers. af Finska Vet Soc förhandl.* V, s. 265.

[53]) Sid. 46. — I *Öfvers. af Sv. Vet. Akad. förhandl.* 1862, s. 77—86.

[54]) Sid. 47. — I ett bref till P. F. Wahlberg af den $^{29}/_{9}$ 1853 skrifver Bonsdorff att, ehuru han redan länge haft intresse för dipterologin, han tyvärr icke kunde däråt offra den tid, som vore behöflig. „Det måste alltid i mitt nuvarande läge för mig blifva en

bisysselsättning, som skänkt mig mången nöjsam stund. Det är Hr Professoren, som jag har att tacka för detta och denna tacksamhetsskuld är hos mig varm."

Här kan tilläggas, att äfven prof. C. H. Boheman, hvars bekantskap Bonsdorff gjorde 1852 i Stockholm, lemnade bidrag till hans dipterologiska samlingar och fick af honom emottaga sällsynta insektarter. En tid sysselsatte sig Bonsdorff äfven med fjärilar, ty redan 1853 öfversände han till Boheman en samling lepidoptera att bestämmas.

[55]) Sid. 47. — I bref till J. W. Zetterstedt af den $^{27}/_{11}$ 1861 och $^{16}/_{10}$ 1867, mig benäget meddelade af Hr bibliotekarien Elof Tegnér. — Äfven med A. G. Dahlbom i Lund och Alexis Fedtschenko i Moskva stod Bonsdorff i entomologiskt utbyte. Till den förre sände han Hymenoptera. Den senare, som 1857 besökt Kuopio och utarbetade en förteckning öfver Diptera från denna trakt, inledde förbindelse med Bonsdorff. — Genom honom sände Bonsdorff äfven finska kranier till Naturforskningens vänner i Moskva 1868.

För att förstå hvad Bonsdorff åsyftar med svagheten i sin hand, måste erinras därom att han på 1850-talet led af dysgraphie eller en lindrigare grad af skrifkramp, som hindrade honom att använda handen vid skrifning och finare anatomiskt arbete. Han var därför tvungen att under några år hålla i sitt hus en student såsom biträde vid skrifning. Härom skref A. Retzius den $^{22}/_{12}$ 1853: „Mitt råd är att du tager till dig en student, som skrifver för dig och att du för flere veckor lägger bort att skrifva. När du sedan återtager pennan, så bör du aldrig mera låta handen eller fingrarne tröttna, utan skrifva i korta pauser samt aldrig fort. Duscher och kalla omslag på hela antibrachium ända upp åt humerus äro välgörande. Bruka icke stålpennor." Senare den $^{6}/_{2}$ 1855 skref Retzius och yttrade att denna svaghet i armen skulle emot förväntan drifva Bonsdorff att sysselsätta sig med mikroskopisk anatomi, liksom han själf i följd af en ögonsjukdom blifvit tvungen att egna sig åt ethnografi och craniologi.

[56]) Sid. 47. — Zetterstedt fick emottaga 30 dubbellådor med diptera till granskning och skref med anledning häraf till Bonsdorff den $^{8}/_{7}$ 1857: „Den från Helsingfors ankomna sändningen var den största och vackraste jag sett och fullkomligt oskadad. Granskningsförtroendet var kärt och högt värderadt. Jag skall söka motsvara det. Jag har redan noga genomsett 6 lådor och med få undantag funnit alla de deri utsatte diptererna riktigt bestämda eller med andra ord i öfverensstämmelse med Diptera Scandinaviæ. För detta arbetes författare kan det icke vara någon större hugnad och belöning än då han finner att dess möda icke är förspild och att det lyckas så utarbeta sitt opus, att det af vetenskapsmän kan begagnas. — Samlingen är utmärkt nitid och oväntadt rik. Jag tillåter mig nöjet att complettera defecterna så vidt jag äger tillgång ur mitt eget museum. Jag har ock den fägnaden att kunna öka eder samling med ungefär lika många, som däri förut finnas, om icke till individernas, åtminstone till art-antalet. Inom en månad hoppas jag granskningen och kompletteringen vara verkställd samt hela samlingen vara färdig till återsändande."

I ett senare bref af den $^{22}/_{9}$ 1867 skref Zetterstedt ytterligare: „Det fägnade mig högeligen, att få göra bekantskap med de nya arterna, som i ditt förtjenstfulla arbete blifvit framställda, men det som lika mycket eller kanske ännu mer fägnar och intresserar mig är, att du anträffat och beskrifvit alter sexus till många af de arter, hvaraf förut blott det ena könet varit bekant. Ett species blir, såsom du nogsamt känner, alltid tvifvelaktigt ända till dess begge könen hunnit blifva upptäckta. Således ger detta complette-

rande bidrag åt Skandinaviens dipterfauna ett ökadt icke ringa värde. Inom de talrika och svårtbestämda familjerna Tachinariæ och Anthomyzides bör man i synnerhet lägga vigt på detta förhållande".

[57]) Sid. 47. — Konsistorii academici protokoll den $^{26}/_{2}$ 1859. — En betydlig tillökning erhöll samlingen genom en af W. Woldstedt och J. A. Palmén till Kuopio län företagen naturhistorisk exkursion 1864. Konsistorii protokoll för den $^{25}/_{2}$ 1865 innehåller „att desse begge utmärkt sig genom ett synnerligt nit i insamlandet och en ovanlig omsorg i conserverandet af flugor." En mängd nya arter blefvo härvid insamlade enligt konsistorii protokoll den $^{7}/_{3}$ 1866.

[58]) Sid. 48. — Författaren kan icke underlåta att meddela ett för tiden betecknande bref till Bonsdorff af den berömde anatomen, däruti han lofvade att, när tillfälle därtill erbjöde sig, öfverlemna till vårt anatomiska museum en gåfva af mikroskopiska injektionspreparater. När författaren vistades i Wien under hösten 1857 och besökte Hyrtl, hvars föreläsningar han åhörde, tog denne åter frågan till tals och några år senare erhöll museet en gåfva af 80 värdefulla injektionspreparater. Ofvanberörda bref af den $^{23}/_{3}$ 1849 lydde:

„Wie sehr hat es mich gefreut von einem so thätigen und durch seine Leistungen bei uns so sehr geachteten Fachgenossen ein Schreiben zu erhalten. Ich wäre noch angenehmer von Ihrem Briefe überrascht geworden, wenn ich im Stande gewesen wäre Ihren Wunsch nach anatomischen Injectionspræparaten sogleich zu befriedigen. Allein es hat mich ein wahrlich schreckliches Unglück getroffen. Alles was ich besass, meine Sammlungen, meine Bibliothek, meine literarischen Arbeiten, ist im Monat October durch den Sturm auf die von mir bewohnte Vorstadt ein Raub der Flammen geworden. Ich fand, als ich am 28 October aus dem Spital (wo ich die Verwundeten besorgte) nach Hause kam, um mein blutiges Hemd zu wechseln, anstatt meiner friedlichen Behausung einen rauchenden Schutthaufen. Zugleich wurde das Gebäude der Universiteet von den eingedrungenen Truppen so zerstört, dass mir nicht eine Nadel geblieben ist, und ich seit 4 Monaten an jeder anatomischen Arbeit gehindert bin. Unsere Universiteet ist in eine Caserne für 1,000 Mann umgebildet und die Studien sind gänzlich sistirt.

Ich hoffe zwar in kurzer Zeit wieder anfangen zu können, meine verlornen Schätze wenigstens theilweise zu ersetzen — allein ich bin durch das Unglück, welches mich traf, so niedergebeugt, dass ich lieber auswandern, als an dem Orte dieser traurigen Erlebnisse verbleiben wollte. Wenn ich in Wien verbleibe (was sich binnen 3 Monaten entscheiden muss, weil ich in dieser Zeit Antwort von prof. Horner in Philadelphia erwarte, dem ich über meine Absicht nach America zu gehen geschrieben habe), so sollen Sie das gewünschte von mir erhalten, aber ich kann die Zeit nicht bestimmen, bis zu welcher ich die Haupttypen des mikroscopischen Gefäss-systems werde zur Verfügung haben. Wie glücklich sind Sie doch! Sie leben in einem stillen und friedlichen Lande, und können die Naturwissenschaften mit ganzer Seele huldigen, während bei uns die seit einem Jahre in Aufruhr befindlichen Elemente des Staates und der Gesellschaft nur mit Bangen in die Zukunft blicken lassen, und das Elend des nahen Bürgerkrieges jede wissenschaftliche Freude erstickt.

Da ich alles verlor, und unsere anatomische Anstalt gänzlich vernichtet ist, kann ich Ihnen nichts von den Skeleten senden, welche Sie wünschen, ebensowenig als ich meine Wünsche nach den Vorkommnissen Ihres Landes auszusprechen wagen darf.

Burows Abhandlung „de vasis sanguiferis ranarum“ ist mir nur aus Citaten bekannt. Ich habe Anstalt getroffen, dass sie Ihnen durch meine Freunde in Königsberg zugesendet wird.

Wenn ich in Europa bleibe, hoffe ich das mir so nahe befreundete Finnland zu sehen. Ich sage nahe befreundet, da die Ungarn (meine Landsleute) mit den Finnen eines Stammes sind.

In nähere Verbindung mit Ihnen zu treten kann mir nur sehr erwünscht und sehr ehrend sein. Ich kann Ihnen manches von unseren einheimischen Thieren verschaffen, und werde es auch ganz gewiss durch meinen Correspondenten Brandt in Hamburg thun, wenn meine Hoffnung von Wien wegzugehen nicht in Erfüllung geht.“

[59]) Sid. 51. — Konsistorii academici protokoll af den $^{12}/_{4}$ 1854, $^{21}/_{2}$ 1855, $^{11}/_{4}$ 1855 och $^{23}/_{1}$ 1856. — Expensefonden bestred de med flyttningen förenade utgifterna. Universitetet fick ersättning af statsmedel med 2000 rub. silfver enl. kejs. senatens bref af den $^{12}/_{11}$ 1856.

[60]) Sid. 51. — Detta exemplar inköptes 1848 och skickades af Eschricht öfver Viborg, emedan han trodde det vara närmaste vägen till Helsingfors. Redan tidigare hade Bonsdorff haft anbud på detta djur, men icke kunnat antaga detsamma af brist på medel. Eschricht skref nämligen till honom den $^{6}/_{4}$ 1844: „Balænoptera longimana kan de altsaa icke tage imod. Jeg har den Formodning, att naar De faaer seet det ufantelig prachtfulde Stykke jeg nu har faaet opstillet i hervœrende Museum, hvorved selv Rhinoceros og de störste Delphiner komme til see ud som Dværge, vil Lysten til at erhverve et saadant Stykke ganske betage Dem och komme til at vise Midler til alle Hindringers Øvervindelse.“

[61]) Sid. 51. — Konsistorii protokoll den $^{16}/_{1}$ 1858 innehåller härom följande: Länge intresserad att bilda och ordna ett komparativt-osteologiskt museum, hade professor Bonsdorff oaktadt det knappa anslag, som var för det anatomiska museum bestämdt, lyckats genom utmärkta ansträngningar och med åtskilliga utländska museer inledt utbyte mot preparerade finska djurskeletter och andra finska naturalier sammanbringa ett icke obetydligt antal exotiska djur af betydligt penningevärde och stort intresse för den komparativa osteologin, så att Alexanders Universitetets osteologiska museum för det närvarande är rikare än något af de utländska museerna med undantag af det i Leyden. „Af aktning för professor Bonsdorffs utmärkta förtjenster om det anatomiska museum härstädes biföll konsistorium med nöje att ur byggnadsfonden bevilja anslag till inköp af Rhinoceros för 472 och en Giraff för 300 Holl. gulden eller tillsammans 772 gulden, svarande mot något öfver 400 rubel silfver.“

[62]) Sid. 51. — Såsom anatomie prosektorer tjenstgjorde: Johan Wilhelm Engel från den $^{21}/_{11}$ 1846 till $^{9}/_{2}$ 1848, Jakob Wilhelm Ekvall från $^{30}/_{10}$ 1850 till $^{4}/_{2}$ 1852, (bägge mot det då för tiden bestämda prosektors arvodet af 61 rubel 40 kop. om året) samt Gustaf Richard Björkstén, förordnad den $^{21}/_{9}$ 1859, ordinarie prosektor $^{28}/_{4}$ 1862 och död $^{8}/_{3}$ 1868.

[63]) Sid. 52. — Upplysningar om samlingarnas tillväxt finnas bland annat i konsistorii academici protokoller för den $^{30}/_{5}$ 1849, $^{1}/_{12}$ 1849, $^{12}/_{3}$ 1850 m. m. — Öfver en del af samlingarna har J. A. Palmén utgifvit en orienterande katalog „*Samlingarna uti Bonsdorffska Museum. 1. Skelettsamlingen*“. Helsingfors 1878.

Förrän vi lemna anatomiska museet, kan det dock vara skäl att nämna några ord om själfva den för undervisningen i anatomi och fysiologi bestämda byggnaden, hvars uppförande skedde under Bonsdorffs tid. På föredragning af d. v. rektorn N. Abr. Ursin beviljade kanslern, tronföljaren, sedermera kejsar Alexander II, när han under sitt besök i Helsingfors presiderade i konsistorium academicum den $^{28}/_{5}$ 1842, att en redan länge af behofvet påkallad nybyggnad skulle uppföras för de anatomiska och kemiska institutionerna, hvilka dittills varit förlagda i själfva universitetshuset.

Genom kanslers skrifvelse af den $^{7}/_{11}$ 1843 fastställdes ritningarna till ofvannämnda nybyggnad, hvars kostnadsförslag uppgick till 36,298 rubel 68 $^{4}/_{7}$ kop. silfver. Byggnadsarbetet skulle erbjudas på entreprenad, utan hinder af dess högre eller lägre belopp, om blott entreprenören ägde konsistorii förtroende, dock finge kostnadsförslaget icke öfverskridas. Kommerserådet A. Fr. Gadd öfvertog byggnadens uppförande den $^{15}/_{12}$ 1843 för endast 30,848 rubel sr. Den $^{4}/_{11}$ 1846 utsågos proff. Ursin och Bonsdorff samt adj. Moberg att jämte rektorn W. G. Lagus verkställa den syn å byggnaden, som borde försiggå före dess aflefverering till universitetet och en ytterligare besigtning verkställdes af proff. Törnroth, Lille, Nervander, Palmén, Bonsdorff och Moberg. Men den $^{24}/_{4}$ frågade Bonsdorff i konsistorium, hvarför syneinstrumentet öfver den af kommitterade den $^{27}/_{2}$ och $^{4}/_{3}$ hållna besigtningen icke blifvit i konsistorium föredraget, i följd hvaraf de af kommitterade däri gjorda förslagen icke heller kunnat pröfvas och afgöras, ehuru de anmärkta bristfälligheterna gjorde betydliga reparationer nödvändiga. Bonsdorff begärde därför målets föredragning, men rektor förklarade efter en ganska häftig debatt tiden för sammanträdet vara förliden, uppsteg och upplöste sessionen. Syneinstrumentet upplästes slutligen den $^{5}/_{5}$ och kommitterade anmodades att efter ytterligare verkställd syn inkomma med bestämd uppgift på nödiga förändringar och reparationer.

Efter mycket bråk blefvo bristfälligheterna till stor del afhjälpta genom Bonsdorffs bedrifvande och anatomiska institutionen med tillhörande samlingar inflyttade i den nya lokalen under hösten 1847. Den norra mot gatan vettande salen, som torde varit ämnad till mineralogiskt kabinett, behöll Bonsdorff på grund af jus primi occupantis.

Anatomiska institutionen hade sålunda erhållit en efter tidens fordringar och medicine studerandenes ringa antal hos oss fullt tillräcklig lokal, som i alla afseenden var jämförlig med de dåvarande anatomiska inrättningarna i de öfriga skandinaviska länderna. I följd af vetenskapens snabba framsteg och själfva undervisningsmetodens fortgående utveckling uppstodo likväl snart öfverallt nya behof och nya fordringar. Sålunda voro ännu i medlet af 1850-talet samtliga lokalerna i de anatomiska instituten i Würzburg och Berlin afsedda endast för dissektioner, föreläsningar, samlingar, föreståndarens och assistentens arbetsrum, medan utrymme saknades för elevernes och andra yngre forskares arbeten. De för anatomi och fysiologi samt andra medicinska undervisningsämnen afsedda instituten erfordra numera i och för de demonstrativa kurserna, laboratorierna och enskilda vetenskapliga undersökningar vissa speciela anordningar med afseende å inredning, utrymme, ljus, m m., hvilka man vid den tiden icke kände eller förstod iakttaga.

Arkitekten Wiik, som i egenskap af universitetets arkitekt bort öfvervaka byggnadens uppförande, anmäldes den $^{13}/_{5}$ 1848 till åtal för bristande tillsyn af arbetet och felaktiga föreskrifter. Wiik afskedades från sin arkitektbefattning vid universitetet den $^{14}/_{2}$ 1849.

[64]) Sid. 52. — Det har sitt intresse att läsa Bonsdorffs yttrande till konsistorii academici protokoll den $^{28}/_{2}$ 1863, då 1862 års språkkomités betänkande förelåg till granskning och utlåtande. Denna komité hade genom reskript af den $^{12}/_{5}$ 1861 blifvit nedsatt „för att afgifva underdånigt utlåtande och förslag rörande de utvägar, hvilka kunna anses mest ändamålsenliga för att befordra finska språkets användande till uppsättning af rättegångshandlingar ej mindre vid underdomstolarne i de delar af landet, där befolkningen är endast sagda språk mäktig, än vid öfverrätter samt andra embetsverk och myndigheter uti mål, som angå allenast finska talande parter". Till medlemmar i nämnda komité hade bland andra blifvit utsedde proff. Palmén, Lönnrot och Cleve. Bonsdorffs yttrande har följande lydelse: „Tacksamheten för den bildning och de institutioner Sverige gifvit är stor hos finska folket och har äfven alstrat genkärlek hos detsamma. Sådan ömsesidig kärlek är foster af gemensamma institutioner, religion, seder och bruk. De yttre banden kunna genom verldshändelsernas gång slitas, de inre icke, ty de äro fästade vid och sammanvuxna med den moraliska känsla, som hos den bildade menniskan framkallar lefvande kärlek till de förhållanden, som varit och grundlagt våra institutioner. Det finska språket har utvecklats under skygd af de institutioner, som Finland erhållit af Sverige, och är den för hvarje sann fosterlandsvän glädjande grad af utbildning det finska språket vunnit och den hyfsning den del af befolkningen, som talar detta tungomål, under detta skygd tillvunnit sig ett tydligt bevis derpå att de svenska institutionerna icke allenast icke verkat undertryckande på civilisationens framsteg hos oss, utan tvertom möjliggjort och befordrat densamma.

Man har uttalat att det finska folkets rättsliga säkerhet vore väsentligen beroende däraf, att dess rättegångshandlingar affattas på svenska språket. En genom sekler stadgad erfarenhet har visat att lagstiftningen icke lidit derigenom att det svenska språket blifvit i skrift begagnadt.

Att bestämma en viss tid för rättshandlingarnes utgifvande på finska språket är att skämta med en vigtig angelägenhet, att låta det bero af slumpen om bildningens framsteg i vårt fäderneland skall äfventyras eller icke. Den förnuftiga ordningen fordrar att den rent finska befolkningen först så väl i industrielt som vetenskapligt hänseende uppnår den högre ståndpunkt, som vinnes genom väl ordnade folkskolor m. m., och då detta är fallet kan äfven det finska språkets framtid anses betryggadt, emedan tanken såsom innehåll och språket såsom den yttre form, under hvilken tanken skall träda ut i verlden, då med hvarandra harmoniera. Att först genom påbud bestämma det finska språket såsom den form, efter hvilken tanken modulerar sig, är att följa en ordning alldeles motsatt, som sakens natur utstakar, hvilket måste leda till ett tillbakaskridande i andlig utveckling. Svenska språket har mognat i bildningens tjenst. Det finska är ännu omoget. Att genom påbud i stället för det svenska språket substituera det finska såsom bildningens språk i Finland hvilar på en af passioner förderfvad uppfattning af bildning och civilisation. När den tid inträffar, då det finska språket kan blifva bildningsspråk i Finland, förmår mensklig beräkning på förhand icke bestämma."

Detta sitt yttrande till konsistorii protokoll meddelade Bonsdorff i afskrift till några af sina korrespondenter i Sverige.

Ett utförligt referat af komiténs betänkande och en öppen förklaring af sin dåvarande finskvänliga ståndpunkt i frågan ger Helsingfors Dagblad 1862 i N:o 256. — Kollegii

medici yttrande om finska språkets begagnande i tjensteväg af landets läkare återfinnes i kollegii protokoll den $^{21}/_{3}$ 1863.

[65]) Sid 53. — *Finska Läkare Sällskapets Handlingar.* IX (1896), s. 433.

[66]) Sid. 53. — Samma arbete. X (1869), s. 641.

[67]) Sid. 54. — A. Retzius skref den $^{17}/_{1}$ 1844: „Jag önskar dig lycka till ernående af din vackra reseplan och lika med mig alla öfrige vänner härstädes. Du måtte väl skaffa en god vicarius för din lärostol och för ditt vackra museum, under det du är borta. Det faller mig in, att du på denna resa kommer att arbeta dig djupt in i zoologien. Denna vetenskap har ju ingen profession i Helsingfors, liksom i Upsala. Man talar mycket om att få en sådan på sednare stället, behofvet torde väl snart kännas äfven hos Er. Jag menar, att hittills zoologien hört tillhopa med botaniken, det bär sig väl ej i längden. Om så blir, så går du väl öfver till zoologien och blir en anatomisk zoolog. En sådan profession är en af de angenämaste. De flesta utmärkte anatomer slå sig åt det hållet, det synes bäst nu på Johannes Müller, att ej tala om Cuvier, Grant, Owen m. fl. Det var Müllers fel att han aldrig blef zoolog, ditåt sträfvar den komparativa anatomien. — Å propos, Müller arbetar nu på ett nytt system öfver fiskarna, grundadt på anatomie. — Jag förblifver en gammal dags anatom, som fuskar i lite hvart. — Jag tänker så för dig, emedan jag föreställer mig, att du gör så många upptäckter och rika skördar att du i flere år får arbeta som Pallas. Men, bäste Bror, kasta dig ej in i för mycket t. ex. Botanik, Mineralogi och Geologi. Du får då för mycket att ordna, när du kommer hem. — Du kan säkert upptäcka flere nya Glires i de trakter du tänker besöka, de flesta behöfva väl en ny revision. Af denna djurgrupp får du säkert en stor rikedom till utbyten med andra museer; och om du väl kan preparera deras magar, skall du troligen träffa vigtiga charakterer, som Pallas icke utredt. — Samla äfven för fogelanatomien allt hvad du kan, och preparera äfven af denna class flitigt magen och tarmar. Månne du ej bör medföra luftbössa för att skjuta foglar med — dessa gevär ge ingen smäll. Med en sådan har vår nye conservator Meves gjort större acqvisition än någon före honom af traktens foglar. — Entomologien lärer du väl ej heller komma att lägga å sido — hu! du kommer säkert med grofva skatter. Men huru går det sedan med dina neurologiska arbeten? De få hvila länge? och sedan blir ögat och handen äldre, liksom hos mig, men det är detsamma, hvilken branche man arbetar, den zoologico-anatomiska är ändock den tacksammaste. För ethnographien kan du säkert uträtta mycket. I Petersburg äro ju flere vigtiga verk utgifna öfver alla de olika folkstammar, som bebo Ryssland. Studera denna branche noga i förväg, så att du väl kan taga reda på detta capitlet; det är ändock det af alla både intressantaste och svåraste. Dertill kommer att de länder du tänker besöka äro till dess vårt slägtes vagga. China, Tartariet och Ryssland äro ju stamländerna för Herodots folkslag, från dem hafva folkvandringarna utgått. — hvilken rikedom!! Du skall få se att mitt system skall hjälpa dig, att reda denna härfva, att du däraf åtminstone skall få en ram, i hvilken du kan ordna de flesta ethnographiska fynd."

[68]) Sid. 54. — Redan förut tänkte Bonsdorff på en resa till Göteborg, såsom han skref till Retzius den $^{4}/_{1}$ 1851, och att bosätta sig där för längre tid „för att specialissime slå mig på undersökning af fiskarnes nerv- och vascularsystem, fortsätta dessa arbeten i Rostock och derpå göra ett besök i Göttingen, Wien, Berlin, Dresden och Breslau.

Jag tycker att man borde hinna med bra mycket, då jag vore fri all practik och officiella göromål. I min plan ligger att göra excursioner i Bohuslänska skärgården och taga med mig min vaktmästare för præparering af skeletter af fiskar under mitt inseende."

[69]) Sid. 55. — Se *„Handlingar rörande besättandet af professionen i kirurgisk klinik vid Kejs. Alexanders Universitetet i Finland"*, Helsingfors 1860, s. 53—58.

Bonsdorffs till Hans Majestät Kejsaren ställda afskedsansökning var af följande lydelse:

„Sedan jag i tjugutvå år innehaft ordinarie tjenst och under denna tid från år 1839 om hösten med ringa afbrott bestridt föreläsningarna i anatomi och fysiologi vid Finlands universitet, har jag sent omsider kommit till den för mig sorgliga erfarenhet, att jag icke kunnat uppfylla mina åligganden såsom lärare och tjensteman, då jag oaktadt mina allvarliga bemödanden icke lyckats tillvinna mig mina embetsbröders förtroende. Af sådan orsak nödgas jag, under fullt medvetande att hafva egnat min ringa kraft och förmåga åt ett nitiskt uppfyllande af det embete, som genom Eders Kejserliga Majestäts nåd blifvit mig anförtrodt, i djupaste underdånighet hos Eders Kejserliga Majestät anhålla att från detsamma blifva entledigad. Den lefvande kärlek, med hvilken jag omfattat mitt kall, har utgjort grunden för min lycka såsom tjensteman vid universitetet och förblifver äfven vid min afgång därifrån den slutliga hugnad, som icke skall kunna mig frántagas.

Men den måttligt bemedlade ställning, hvari jag alltid befunnit mig och som delvis härrört däraf, att jag för uppfyllande af mitt kall vid universitetet uppoffrat förmånerna af egen läkarepraktik, föranleder ännu dessutom att jag emot min inre önskan måste nalkas Eders Majestät med en underdånig anhållan, att varda hugnad med pension för min återstående lifstid. Såsom skäl för denna underdåniga ansökning kan jag ej anföra annat, än hvad underdånigst bifogade läkarebevis och meritförteckning innehålla. Af den sednare värdes Eders Kejserliga Majestät i nåder inhemta, att jag jemte föreläsningarna under tjugu års tid med undantag af hösten år 1852 och våren 1853 tillika förestått anatomieprosektors-tjensten vid universitetet intill hösten år 1852, hvarutom af universitetets styresmän torde intygas att jag i hufvudsaklig mån tillvägabragt de icke obetydliga samlingar, som nu finnas i universitetets anatomiska och delvis äfven uti dess zoologiska museum. Jag vågar hoppas, att dessa stumma vittnesbörd skola för samtid och efterverld lemna talande bevis derpå, att mina sträfvanden för vetenskapen och universitetets nytta icke varit begränsade inom den egentliga embetspligtens allaredan nog vidsträckta fordringar.

I händelse dock Eders Majestät i nåder skulle finna landets lag och författningar icke medgifva möjligheten af nådigt bifall till min underdåniga anhållan om pension, får i underdånighet jag ännu återhemta min ansökning om nådigt afsked från tjensten, för att med större lugn och tillfredsställelse, än hittills varit fallet, kunna egna min återstående tid och förmåga åt vetenskapliga sträfvanden."

Att Bonsdorff likväl allt emellanåt längtade efter frihet från sina akademiska göromål och vissa kollegiala förhållanden, framgår ur några uttalanden i bref till hans vänner. Sålunda skref Magnus Huss till honom den $^{25}/_{4}$ 1864: „Att du tänker på att söka lugn, undrar jag ej på, ty undervisningskallet blir, äfven då man utöfver det med lefvande intresse, som du städse gjort, ändock tungt, och bättre är att lemna det, medan man ännu har några krafter qvar, än sträfva dermed till dess man blir alldeles utnött.

Detta var ock skälet att jag lemnade ett kall, som jag verkligen med hela min själ älskade. I början kändes det tomt att sakna detta älsklingsgöromål, men nu har jag försonat mig därmed och funnit att jag gjorde fullkomligt rätt."

[70]) Sid. 55. — I skrifvelse till kansler af den $^{26}/_{4}$ 1871 yttrade konsistorium: „Sedan ifrågavarande boksamling, som arkiatern Bonsdorff haft för afsigt att efter erhållet nådigt afsked öfverlemna åt universitetet utan ersättning, så vida icke ekonomiska motgångar tvungit honom att ändra plan, blifvit af kompetenta personer, som consistorium därtill utsett, närmare granskad och värderad, har consistorium ansett att Alexanders universitetet, såsom ett erkännande af den osparda möda arkiatern Bonsdorff nedlagt vid bildandet och ordnandet af det anatomiska museet, äfvensom med hänsyn till den ringa kostnad sagde museum till följd af arkiaterns oegennyttiga omsorg om dess tillväxt åsamkat universitetet, borde till ett pris af tvåtusen mark inlösa arkiaterns ifrågavarande bibliotek."

MBL WHOI Library - Serials
5 WHSE 04170